

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. E. von Boguslawski

Untersuchungen
über Ertragsleistung und Nährstoffgehalte
von Verbißgehölzen
bei unterschiedlicher Düngung

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Klaus-Dieter Goebel
aus Sömmerda/Thüringen

Gießen 1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545932_0054

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. E. von Boguslawski

Untersuchungen
über Ertragsleistung und Nährstoffgehalte
von Verbißgehölzen
bei unterschiedlicher Düngung

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Klaus-Dieter Goebel
aus Sömmerda/Thüringen

Gießen 1973



Fachbereichs-Dekan:

Prof. Dr. H. Schmutterer

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. W. Jahn-Deesbach

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Dr. h. c. A. Stählin

Tag der Prüfung:

4. Juli 1973

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I	Einleitung	1
II	Die Entstehung der Kunst	2
III	Die Entwicklung der Kunst	3
IV	Die Kunst der Gegenwart	4
V	Die Kunst der Zukunft	5
VI	Die Kunst der Vergangenheit	6
VII	Die Kunst der Gegenwart	7
VIII	Die Kunst der Zukunft	8
IX	Die Kunst der Vergangenheit	9
X	Die Kunst der Gegenwart	10
XI	Die Kunst der Zukunft	11
XII	Die Kunst der Vergangenheit	12
XIII	Die Kunst der Gegenwart	13
XIV	Die Kunst der Zukunft	14
XV	Die Kunst der Vergangenheit	15
XVI	Die Kunst der Gegenwart	16
XVII	Die Kunst der Zukunft	17
XVIII	Die Kunst der Vergangenheit	18
XIX	Die Kunst der Gegenwart	19
XX	Die Kunst der Zukunft	20
XXI	Die Kunst der Vergangenheit	21
XXII	Die Kunst der Gegenwart	22
XXIII	Die Kunst der Zukunft	23
XXIV	Die Kunst der Vergangenheit	24
XXV	Die Kunst der Gegenwart	25
XXVI	Die Kunst der Zukunft	26
XXVII	Die Kunst der Vergangenheit	27
XXVIII	Die Kunst der Gegenwart	28
XXIX	Die Kunst der Zukunft	29
XXX	Die Kunst der Vergangenheit	30
XXXI	Die Kunst der Gegenwart	31
XXXII	Die Kunst der Zukunft	32
XXXIII	Die Kunst der Vergangenheit	33
XXXIV	Die Kunst der Gegenwart	34
XXXV	Die Kunst der Zukunft	35
XXXVI	Die Kunst der Vergangenheit	36
XXXVII	Die Kunst der Gegenwart	37
XXXVIII	Die Kunst der Zukunft	38
XXXIX	Die Kunst der Vergangenheit	39
XL	Die Kunst der Gegenwart	40
XLI	Die Kunst der Zukunft	41
XLII	Die Kunst der Vergangenheit	42
XLIII	Die Kunst der Gegenwart	43
XLIV	Die Kunst der Zukunft	44
XLV	Die Kunst der Vergangenheit	45
XLVI	Die Kunst der Gegenwart	46
XLVII	Die Kunst der Zukunft	47
XLVIII	Die Kunst der Vergangenheit	48
XLIX	Die Kunst der Gegenwart	49
L	Die Kunst der Zukunft	50

Dem Andenken meines Vaters

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. EINLEITUNG	1
2. PROBLEMSTELLUNG	9
3. METHODEN DER VERSUCHSANSTELLUNG	11
3.1. Anlage und Durchführung der Anbauversuche	11
3.1.1. Gehölzversuch Gammelsbach Nr. 2	11
3.1.2. Gehölzversuch Gammelsbach Nr. 3	13
3.1.3. Gehölzversuch Beuern	15
3.2. Analysenverfahren	18
4. BESCHREIBUNG DER VERSUCHSSTANDORTE	19
4.1. Versuchsanlagen Gammelsbach	19
4.2. Versuchsanlage Beuern	24
5. ERGEBNISSE	30
5.1. Beobachtungen über Verbiß und Regenerations- vermögen	30
5.2. Höhenwachstum	32
5.3. Erträge	35
5.3.1. Frischmasse-Erträge	35
5.3.2. Trockenmasse (ATM-)-Gehalte und -Erträge	36
5.4. Organische Inhaltsstoffe	47
5.4.1. Rohfasergehalte	47
5.4.2. Rohproteingehalte	50
5.4.3. Rohfaserfreie Erträge	54

	<u>Seite</u>
5.4.4. Rohprotein-Erträge	56
5.4.5. Verdaulichkeit des Rohproteins	59
5.5. Gehalte der Gehölze an Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente)	62
5.5.1. Phosphor	62
5.5.2. Kalium	65
5.5.3. Calcium	67
5.5.4. Ca/P-Verhältnis	70
5.5.5. Magnesium	72
5.5.6. Natrium	74
5.5.7. Eisen	76
5.5.8. Mangan	79
5.5.9. Zink	81
5.5.10. Kupfer	83
6. DISKUSSION	87
7. ZUSAMMENFASSUNG	104
8. LITERATURÜBERBLICK	110

1. EINLEITUNG

Der Umfang der in der BRD brach liegenden, bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen wird laut Bodennutzungserhebung 1970 (Agrarber. 1971 der dt. Bundesregierung) auf rund 212.000 ha, von STÄHLIN (1972) für das Jahr 1971 einschließlich der sonst getrennt ausgewiesenen Streuwiesen, Hutungen und Weinberge sogar auf 320.000 ha geschätzt, woraus sich ein Anteil der nicht genutzten landwirtschaftlichen Flächen von ca. 3 %, gemessen an der gesamten LN, ergibt. HARTKE (1956) und WIEGELMANN (1958) weisen daraufhin, daß von diesem Prozeß keineswegs die gesamte Bundesrepublik erfaßt worden ist, sondern nur bestimmte Gebiete in enger Bindung an die sozialen Einflüsse der Industrialisierung. Während in Schleswig-Holstein, Niedersachsen und im Sauerland im großen Durchschnitt wenig Bracheflächen festgestellt werden, sind im gesamten Realteilungsgebiet von Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Baden-Württemberg und in den fränkischen Teilen Bayerns Beobachtungen gemacht worden, die, zumindest innerhalb bestimmter Kreise und dort auf einzelne Gebiete beschränkt, zur Besorgnis Anlaß geben. Es gibt Gemeinden, in denen bereits bis zu 30 und 40 % des Ackerlandes brach liegen (MUTHMANN, 1956), in einer Gemeinde des Westerwaldes, dem extremsten Fall, sogar 90 % (Landespressedienst des Hess. Min. f. Landw. u. Umwelt, 1973). Bemerkenswert ist, daß nicht nur Flächen geringerer Bodenqualität oder jene dem Dorfe am weitesten entfernten der Brache anheim fielen, woraus HARTKE (1956) den Schluß zieht, daß die soziale Struktur der Bevölkerung und soziale Entwicklungsprozesse für diese Entwicklung verantwortlich zu sein scheinen. BÜRING (1970) stellt darüber hinaus fest, daß die ständig wachsende Disparität in der Einkommensentwicklung der in der Industrie Beschäftigten gegenüber solchen in der Landwirtschaft ihr Auskommen suchenden Menschen eine wesentliche Ursache des Brachfallens ist.

Seit dem Jahre 1952 wird in der Literatur für dieses Phänomen die Bezeichnung "Sozialbrache" verwendet (KRÖCKER, 1952; HARTKE, 1953), ein Begriff, der aussagt, daß landwirtschaftliche Flächen nicht wegen der Ungunst des Standortes, sondern vielmehr aus mangelndem Interesse

des Eigentümers oder aus ökonomischen Gründen nicht mehr bewirtschaftet werden. RUPPERT (1956) versteht unter Sozialbrache "das Brachfallen bisher landwirtschaftlich genutzter Flächen infolge einer sozialen Differenzierung", und KÖTTER (1955) formuliert sie als "ein wichtiges Indiz eines Umschichtungsprozesses im Schatten der Industrieagglomeration" und schließlich STÄHLIN (1971) "als jahrelang ungenutztes Acker- und Grasland, weil der Eigner dieses Landes eine Arbeit in einer anderen Wirtschaftsbranche gefunden hat."

Während also unter Sozialbrache landwirtschaftliche Flächen verstanden werden, die aus wirtschaftlichen oder sozialen Gründen ohne Nutzung bleiben, bezeichnet man als Grenzertragsflächen solche, auf denen trotz Bewirtschaftungswillens wegen ungünstiger Standortfaktoren, z.B. wegen ungeeigneter klimatischer Verhältnisse, geringer Bodengüte, steiler Hanglagen, die eine Bewirtschaftung mit Maschinen erschweren oder unmöglich machen, und nicht zuletzt wegen schlechter Verkehrslagen, keine rentable Nutzung möglich ist (FRANK, 1955; MOHR, 1955; JAHN-DEESBACH, 1965a), weil sich Ertragsfähigkeit und Preis-Kostenverhältnisse also disparat verhalten. Somit werden nicht nur unter dem Zwang zu weiterer Rationalisierung in der Landwirtschaft erhebliche Flächen aus der Nutzung ausscheiden, die momentan vielleicht noch wegen fehlender Alternativen bewirtschaftet werden, sondern auch solche, die noch zu Beginn des vorigen Jahrhunderts bewaldet waren, alsdann gerodet und beackert wurden, um den steigenden Nahrungsbedarf der ständig wachsenden Bevölkerung durch Ausdehnung der Anbauflächen zu sichern (MUTHMANN, 1956; SCHWAAR, 1972).

Auch Flächen, die innerhalb oder direkt am Walde liegen, werden von diesem Prozeß erfaßt, weist sie doch schon ihre Lage in unmittelbarer Nachbarschaft zum Walde in vielen Fällen als landwirtschaftliche Grenzertragsstandorte aus, deren landwirtschaftliche Nutzung in Zeiten eines Überangebotes an landwirtschaftlichen Produkten am ehesten unrentabel wird (JAHN-DEESBACH, 1965 a).

Vor allem für die Landschaftsplanung und -pflege, aber auch für die Landwirtschaft selbst, erhebt sich die Frage, was mit diesem anfallen-

den Land zu tun ist, zumal die Möglichkeit, es noch tätigen Landwirten zu überstellen, gemessen am Nutzungswert, meist inopportun ist, andererseits die Brache zur Entstehung absoluter Flurwüstungen führen kann. Die im Jahre 1966 von WENDLING vertretene Ansicht, daß dafür der offenkundige Beweis aussteht, ist nach STÄHLIN (1973) heute bei 90 % Sozialbrache der LN überholt.

Bei der Suche nach Lösungen muß nach JAHN-DEESBACH (1965 a, 1965 b, 1966 a, 1966 b, 1971) zunächst die Frage untersucht und beantwortet werden, welche Bodennutzungsart für diese Standorte in Frage kommt, ohne Fruchtbarkeit und hydrologische Verhältnisse des Bodens zu verschlechtern, zumal die Notwendigkeit einer künftig erneuten landwirtschaftlichen Nutzung der gegenwärtig brach fallenden Grenzertragsflächen nicht auszuschließen ist.

Als einfachster und kostensparendster Weg hierfür bietet sich zweifellos das Sich-selbst-Überlassen der Brachen an, zumal nach den Untersuchungen von BÜRING (1970) eine Aushagerung ehemaliger Nutzflächen unter einer natürlicherweise sich einstellenden Wildpflanzendecke nicht zu befürchten ist. Aus dieser Sicht ist ein natürlicher Bewuchs mit Wildpflanzengesellschaften durchaus für Standorte möglich, deren geringe Wuchskraft eine eventuellen Erholungszwecken nicht entgegenstehende Vegetation zuläßt. Anders verhält es sich in Gebieten, wo ein Sich-selbst-Überlassen der Flächen zu größeren Umweltverschlechterungen und zu starken Einschränkungen der Benutzung der Landschaft durch den Menschen führen würde.

Ein zweiter, vielfach praktizierter Weg, die Grenzertragsstandorte weitestgehend aufzuforsten, kann nur in Grenzen als Lösung angesehen werden, besonders in Kalk- und Sandtrockengebieten, wenn der Waldanteil ohnehin unter 20 % liegt. In den bereits zu einem hohen Prozentsatz mit Wald bestockten Mittelgebirgslagen hingegen ist eine Aufforstung sowohl aus regional-klimatischen Gründen, als auch im Interesse des Erholungswertes eines Gebietes unerwünscht oder nicht notwendig (JAHN-DEESBACH,

1970). Eine wesentliche Ausdehnung der Waldflächen würde in diesen Regionen zu einem noch feuchteren und kühleren Klima führen, andererseits wird von der Mehrzahl der Erholungssuchenden nur eine offene, abwechslungsreiche und durch Waldränder abgegrenzte Landschaft aufgesucht (JAHN-DEESBACH, 1970; HESLER, PIOTROWSKI, STEINMETZ, 1971), wogegen Gebiete mit Aufforstung der bis dahin offenen Flächen, z. B. der Wald-Wiesentäler, an Attraktivität für Erholungssuchende verlieren.

Aus ökonomischen Gründen kommen für derartige Aufforstungen in erster Linie Nadelholz- (Fichten-) Monokulturen in Betracht. Gerade diese Nadelholzaufforstungen bringen aber Nachteile mit sich, die bei einer zukunftsorientierten Betrachtung des Sozialbracheproblems nicht unbeachtet bleiben dürfen. So weisen SCHLENKER (1967), SCHWICKERATH (1948) und ZÖTTEL (1964) auf eine schnelle und starke Verschlechterung der Bodenfruchtbarkeit durch Fichtenkulturen hin, und SCHLENKER (1967) und WALTER (1960) berichten von einem empfindlich gestörten Wasserhaushalt des Bodens, hervorgerufen durch einen hohen Wasserverbrauch der Nadelholzarten. Das aber bedeutet, daß sich diese Flächen, müßten sie eines Tages wieder einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden, in einem solch schlechten Fruchtbarkeitszustand befinden würden, daß von ihnen nur niedrige Erträge erzielt werden könnten (JAHN-DEESBACH, 1970). Darüberhinaus würde eine eventuelle Nutzbarmachung der betreffenden Flächen durch kostspielige Rodungs- und Rekultivierungsmaßnahmen erschwert.

Aus diesen, gegen eine großflächige Aufforstung sprechenden Gründen, resultiert die Forderung, die landwirtschaftlichen Flächen unserer Mittelgebirge offen zu halten (JAHN-DEESBACH, 1970). Hierfür bieten sich mehrere Möglichkeiten an, doch soll im Zusammenhang mit dieser Arbeit nur auf die Möglichkeit eingegangen werden, dieses Ziel über die Tierhaltung zu erreichen.

Die kurze Vegetationszeit in diesen Gebieten bringt es mit sich, daß den

Tieren nur während der Sommermonate ein ausreichendes Futterangebot zur Verfügung steht, wenn diese Flächen als Dauergrünland genutzt werden sollen. Für den Rest des Jahres müßten diese Tiere in klimatisch günstigere Gebiete abwandern, wenn nicht eine kostspielige und arbeitsaufwendige Stallfütterung und -haltung in Kauf genommen würde. Deshalb wird es aus Rentabilitätsgründen für die Zukunft von entscheidender Bedeutung sein, die Notwendigkeit der Futterwerbung und -lagerung sowie der Verfütterung soweit wie möglich einzuschränken oder ganz auszuschalten (JAHN-DEESBACH, 1970). Unter diesen wirtschaftlichen Aspekten können die jahrelangen Bemühungen der Tierzucht gesehen werden, spezielle Schafrassen zu züchten, die in der Landschaftspflege eingesetzt werden können. Durch Einkreuzung anderer als bisher vertrauter Rassen und Typen in herkömmliche deutsche Schafrassen wird versucht, die Forderungen nach geringer Pflegebedürftigkeit, Genügsamkeit und Kälteverträglichkeit zu erfüllen. Mit der Einkreuzung des widerstandsfähigen und genügsamen asiatischen Fettschwanzschafes in deutsche Rassen soll ein Schaftyp entwickelt werden, der in Zeiten üppigen Futterangebotes Nährstoffreserven zu bilden vermag, die ihm in futterarmen Zeiten zur Verfügung stehen (WASMUTH, 1972).

Demzufolge wird es künftig nicht erforderlich sein, über das ganze Jahr hinweg ein mehr oder weniger gleichmäßiges Futterangebot zu schaffen. Vielmehr ist davon auszugehen, den Tieren während der Wintermonate ein Mindestangebot zur Verfügung zu stellen, womit die von JAHN-DEESBACH (1971) empfohlene Schaffung einer "Winterweide" interessant wird. Der effektive Nutzwert einer solchen Winterweide ist aber nur dann gegeben, wenn diese den Tieren selbst bei Schnee zugänglich und so wenig frostempfindlich ist, daß sie in der vegetationsarmen Zeit eine Erhaltung der betreffenden Tiere sicherstellt. Diese Anforderungen lassen sich durch eine sinnvolle Kombination folgender drei Komponenten realisieren:

1. frostharte Grünfütterpflanzen;

2. im Reifezustand stehengelassenes Getreide, vor allem Körnermais;
3. Gehölze in Form einjähriger Weichholztriebe.

Als Grünfütterpflanzen eignen sich für eine Vorwinterweide die hochtragreichen, aber weniger frostharten Markstammkohle und für die eigentliche Winterweide die frosthärteren Blattstammkohle und die Winterrapse. Ihre Grünmasse bietet eine eiweiß-, mineralstoff- und wasserreiche Winterweide auch bis zu einer beachtlichen Schneedecke. Auch Reinbestände aus Winterwicke (*Vicia villosa* ROTH) haben nach JAHN-DEESBACH (1970) bei zeitiger Sommeraussaat gute Erträge an frostharter Pflanzenmasse mit sehr günstigen Gehalten an Rohprotein, Rohfaser und Mineralstoffen, vor allem Calcium und Phosphat, erbracht.

Neben diesen genannten Pflanzen sind auch bestimmte Formen des Winterroggens zur Schaffung von frostharten Winterweidebeständen geeignet (z. B. Waldstaudenroggen), weil sie bei Frühsommeraussaat relativ viel Grünmasse bilden, von Blattkrankheiten kaum befallen werden (JAHN-DEESBACH, 1970) und auch im 2. Jahr, wenn der Blattwuchs wegen der Ährenausbildung entsprechend geringer ist, sehr gut verbissen werden. KEUER (1966) hat in einigen Revieren beobachten können, daß der Waldstaudenroggen dem Klee vorgezogen wurde.

Eine wertvolle Ergänzung der vorher genannten Grünfütterpflanzen stellt der im reifen Zustand stehen gelassene Körnermais dar, der nicht nur Futter, sondern zugleich auch Deckung zu bieten vermag.

An Verbißgehölzen sollten ausschließlich Laubholzarten in Betracht kommen, die nach Erreichen einer bestimmten Wuchshöhe auf den Stock gesetzt werden. Durch diese Maßnahme kommt es zur Bildung mehrerer Triebe pro Pflanze, und die Gehölze werden zu Sträuchern, die immer dünne und saftige Triebe liefern.

Die Winterweide bekommt neben der bereits geschilderten Anwendung für die Landschaftspflegeherden für die Ernährung des einheimischen Wildes

immer größere Bedeutung. Besonders durch die vielerorts starke Ausbreitung von Fichten-Monokulturen auf Kosten der Laubholz- und Mischwaldbestände, die Unkrautbekämpfung auf Kahlschlagflächen und an Wegrändern sowie durch die intensive Nutzung des Ackerlandes ist dem Wild viel von seiner natürlichen Äsungsgrundlage genommen worden (JUON, 1963; JAHN-DEESBACH, 1965 a; NEUMANN, 1965). Es findet in weiten Gebieten nicht mehr seinen Bedarf an spezifischen Nähr- und Wirkstoffen gedeckt. Die Folgen sind Mangel- und Degenerationerscheinungen in den Tierbeständen (OCKERT, 1961; JUON, 1963; KEUER, 1966) und eine außerordentliche Zunahme der forstlichen und landwirtschaftlichen Wildschäden durch Schälen und Verbiß. Eine Verminderung dieser Schäden durch verstärkte Dezimierungen des Wildbestandes zu erreichen, muß wegen der ständig steigenden Nachfrage nach Wildbret und Jagd (JAHN-DEESBACH, 1970) als geeignete Maßnahme verneint werden. Andererseits läßt sich der relativ hohe Wildbestand auf die Dauer nur dann erhalten, wenn seine Ernährung nicht dem Zufall überlassen bleibt, sondern wie für die Haustiere ebenso für das Wild Futterpflanzen angebaut werden, die den Nährstoffbedarf zu decken vermögen.

Durch das Anlegen von Wildäckern kann zwar das Äsungsangebot erweitert und das Wild in gewissem Umfang von den landwirtschaftlichen Flächen abgelenkt werden; eine wesentliche Verringerung der Wildschäden ist nach Beobachtungen von WAGENKNECHT (1962) und NEUMANN (1965) jedoch kaum zu erwarten, weil das Wild nach der Aufnahme weicher Äsung das Bedürfnis hat, mehr Ballaststoffe aufzunehmen. Gerade im Hinblick auf die Schälschäden ist das Vorhandensein einer reichen Strauchflora, insbesondere in Rotwildeinstandsrevieren, äußerst vorteilhaft. Es ist deshalb anzustreben, daß eine Äsungsverbesserung nicht nur durch Wildäcker mit landwirtschaftlichen Kulturen erfolgt, sondern daß die Erhaltung des natürlichen Äsungsvorrates, besonders in Revieren auf ärmeren Standorten, durch eine zusätzliche Anlage von Gehölzkulturen erreicht wird. So gesehen, ist die in der einschlägigen Literatur (ALT, 1962;

JAHN-DEESBACH, 1965 a, 1965 b; 1966 a, 1966 b; KEUER, 1966;
KOHL, 1950; MÜLLER, 1963; RENKOWSKI, 1952; RUEDI, 1956;
UECKERMANN, 1956; WITTMANN, 1950) empfohlene "Schaffung zusätz-
licher Äsungsflächen" als Garant einer Verminderung bzw. Verhütung
von Wildschäden in der Anlage einer "Winterweide" zu realisieren.

2. PROBLEMSTELLUNG

In der Einleitung ist auf die Notwendigkeit hingewiesen worden, Winterfutter in Form einer Winterweide sowohl für die Landschaftspflegeherden als auch für das Wild zu schaffen. Dabei kommt es gar nicht darauf an, ein sogenanntes "Leistungsfutter" als vielmehr ein "Erhaltungsfutter" zu erzeugen, das von den Tieren den gesamten Winter über (auch bei hohen Schneelagen) bis hinein in die vegetationsarme Zeit des Nachwinters und zeitigen Frühjahrs verbissen werden kann. Diese Forderungen sind optimal nicht mit nur einer Pflanzenart zu erfüllen, wogegen sich mit einer Kombination von verschiedenen Kulturen eine brauchbare Winterweide erstellen läßt. Für diesen Zweck stehen, wie beschrieben, einige Grünfütterpflanzen und solche Pflanzen zur Verfügung, die nach Erreichen eines entsprechenden physiologischen Reifegrades Nährstoffe bieten. Aber auch Verbißgehölze (Weichhölzer) scheinen nach bisher vorliegenden Untersuchungen ein brauchbares Winterfutter mit durchaus befriedigendem Futterwert zu liefern; zum anderen sind sie als Ballaststoff- und Füllsubstanzlieferanten für freilebende Wiederkäuer unentbehrlich. Eine sinnvolle Winterweide wird deshalb ohne die Komponente Verbißgehölze kaum möglich sein, zumal sie von den Tieren auch bei höheren Schneelagen erreicht werden und zudem Deckung bieten können.

An die dafür zu verwendenden Gehölze werden spezielle Anforderungen gestellt, wobei festzustellen ist, daß über die gewünschten Eigenschaften nur wenig bekannt ist. Zunächst erhebt sich die Frage, welche Gehölzarten nach starker winterlicher Beschädigung, hervorgerufen durch Tritt, Verbiß und Schälen, und einer folgenden Nachmahd im Frühjahr bei Schoonung über die Sommermonate (durch Eingattern) soweit regenerationsfähig sind, daß sie im Herbst wieder einen vollen Bestand aufzuweisen in der Lage sind, bzw. ob die Gehölzarten, hat man sie auf den Stock gesetzt, zu einem schnellen Wachstum ihrer Stockausschläge befähigt sind.

Bei den relativ hohen Kosten, die durch Anschaffung und Anpflanzung der

Gehölze entstehen, sollte auch die Aufwuchs- bzw. die Ertragsleistung der einzelnen Arten bekannt sein. In diesem Zusammenhang ist auch zu klären, ob sich durch eine mineralische Düngung die Erträge an Gehölzsubstanz der einzelnen Arten soweit steigern lassen, daß auf möglichst kleiner Fläche ein möglichst hoher Ertrag erzielt werden kann.

Besondere Aufmerksamkeit ist letztlich der Frage zu widmen, ob durch Gehölze (Sträucher) ein Winterfutter mit ausreichendem Futterwert erzeugt werden kann, besonders durch Auslese schwachverholzender Arten und durch entsprechende Düngung.

Einen Beitrag zur Klärung dieser Fragenkomplexe im Zusammenhang mit der jeweiligen Art und Düngung, insbesondere mit hohen Stickstoff-Gaben, zu liefern, ist Ziel der vorliegenden Arbeit. Zu diesem Zweck sind 14 verschiedene Laubholzarten auf folgende Kriterien untersucht worden:

1. Regenerationsvermögen und Höhenwachstum
2. %-Anteile Knospen, Blätter, Rinde und Holz vom Gesamttriebgewicht
3. Gehalte an absoluter Trockenmasse (ATM) bzw. Wasser
4. Frisch- und Trockenmasse (ATM-)-Erträge
5. Rohfasergehalt der einzelnen Triebanteile sowie rohfasergefreier Ertrag an Trockenmasse
6. Rohproteingehalt der einzelnen Triebanteile und Rohprotein-Ertrag
7. Verdaulichkeit des Rohproteins
8. Gehalt an Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente) und Ca/P-Verhältnis

3. METHODEN DER VERSUCHSANSTELLUNG

3.1. Anlage und Durchführung der Versuche

Das der vorliegenden Arbeit zugrundeliegende Untersuchungsmaterial entstammt aus drei von insgesamt sechs mit verschiedener Zielsetzung angelegten Versuchen:

Gehölzversuch Gammelsbach Nr. 2

Gehölzversuch Gammelsbach Nr. 3

Gehölzversuch Beuern

3.1.1. Gehölzversuch Gammelsbach Nr. 2

Standort: s. Kapitel 4.1.

Versuchsanlage: Zweifaktorieller Komplexversuch in Spaltanlage
(12, 4;4)

12 Gehölzarten: (+)

(Die Bezifferung der einzelnen Gehölzarten entspricht ihrer Varianten-Numerierung auf diesem Gehölzversuch)

- 1 Ribes nigrum L. - Schwarze Johannisbeere
 - 2 Acer campestre L. - Feld-Ahorn
 - 3 Euonymus europaeus L. - Pfaffenhütchen
 - 4 Hippophaë rhamnoides L. - Gemeiner Sanddorn
 - 5 Ligustrum vulg. var. atrov. L. - immergrüner Liguster
 - 6 Lycium halimifolium L. - Gemeiner Bocksdorn
 - 7 Prunus mahaleb L. - Weichselkirsche
 - 8 Prunus serotina EHRH. - Virginische Traubenkirsche
 - 9 Rosa rubiginosa L. - Wein-Rose
 - 10 Sambucus racemosa L. - Trauben-Holunder
 - 11 Viburnum opulus L. - Gemeiner Schneeball
 - 12 Salix x smithiana WILLD. - Smith-Weide
- (+) Die Nomenklatur orientiert sich mit Ausnahme der Gehölzarten 8 (GARKE, 1972) und 12 (HEGI, 1957) nach SCHMEIL-FITSCHEN (RAUH und SENGHAS, 1968).

<u>Teilstückgröße:</u>	2,00 m x 4,00 m = 8,00 m ²
<u>Pflanzverband:</u>	0,50 m x 0,50 m
<u>Zahl der Pflanzen/Teilstück:</u>	50
<u>Anpflanzung:</u>	Ende April 1968
<u>Wiederholungen:</u>	4
<u>Düngungsstufen:</u>	4 (D ₁ - D ₂ - D ₃ - D ₄)
	D ₁ : 20 dz/ha Thomasphosphat 5 dz/ha 40er Kali mit Mg
	D ₂ : 120 kg/ha N als KAS 20 dz/ha Thomasphosphat 5 dz/ha 40er Kali mit Mg
	D ₃ : 240 kg/ha N als KAS 20 dz/ha Thomasphosphat 5 dz/ha 40er Kali mit Mg
	D ₄ : 240 kg/ha N als KAS 20 dz/ha Thomasphosphat 5 dz/ha 40er Kali mit Mg 50 dz/ha Branntkalk

Die Grunddüngung (P - K - Ca) wurde nur einmalig zur Pflanzung gegeben, die N-Düngung jährlich in der angegebenen Menge wiederholt.

<u>Düngungstermine:</u>	P - K - Ca am 14. 4. 1968
	N am 15. 4. 1968
	N am 27. 3. 1969
	N am 10. 6. 1970

<u>Unkrautbekämpfung:</u>	60 kg/ha Prefix am 28. 3. 1969 am 15. 4. 1970
---------------------------	---

3.1.2. Gehölzversuch Gammelsbach Nr. 3

Standort: s. Kapitel 4.1.

Versuchsanlage: Zweifaktorieller Komplexversuch in Spaltanlage
(12, 4;4)

10 Gehölzarten: (+)

(Die Bezifferung der einzelnen Gehölzarten entspricht ihrer Varianten-Numerierung auf diesem Gehölzversuch)

- 1 Cornus alba L. - Weißer Hartriegel
- 2 Cornus sanguinea L. - Roter Hartriegel
- 3 Lonicera xylosteum L. - Rote Heckenkirsche
- 4 Rhamnus cathartica L. - Purgier-Kreuzdorn
- 5 Prunus serotina EHRH. - Virginische Traubenkirsche
- 6 Salix x smithiana WILLD. - Smith-Weide
- 7 Salix purpurea L. - Purpur-Weide
- 8 Salix daphnoides VILL. - Reif-Weide
- 9 Rosa rubiginosa L. - Wein-Rose
- 10 Euonymus europaeus L. - Pfaffenhütchen

(+) Die Nomenklatur orientiert sich mit Ausnahme der beiden Gehölzarten 5 (GARKE, 1972) und 6 (HEGL, 1957) nach SCHMEIL-FITSCHEN (RAUH und SENGHAS, 1968).

<u>Teilstückgröße:</u>	2,00 m x 4,00 m = 8 m ²
<u>Pflanzverband:</u>	0,50 m x 0,50 m
<u>Zahl der Pflanzen/Teilstück:</u>	50
<u>Anpflanzung</u>	Ende April 1968
<u>Wiederholungen:</u>	4
<u>Düngungsstufen:</u>	4 (D ₁ - D ₂ - D ₃ - D ₄)
	D ₁ : 20 dz/ha Thomasphosphat 5 dz/ha 40er Kali mit Mg

D₂: 120 kg/ha N als KAS
20 dz/ha Thomasphosphat
5 dz/ha 40er Kali mit Mg

D₃: 240 kg/ha N als KAS
20 dz/ha Thomasphosphat
5 dz/ha 40er Kali mit Mg

D₄: 240 kg/ha N als KAS
20 dz/ha Thomasphosphat
5 dz/ha 40er Kali mit Mg
50 dz/ha Branntkalk

Die Grunddüngung (P - K - Ca) wurde nur einmalig zur Pflanzung gegeben, die N-Düngung dagegen jährlich in der angegebenen Menge wiederholt.

<u>Düngungstermine:</u>	P - K - Ca	am 14. 4. 1968
	N	am 15. 4. 1968
	N	am 27. 3. 1969
	N	am 10. 6. 1970

<u>Unkrautbekämpfung:</u>	60 kg/ha Prefix
	am 28. 3. 1969
	am 15. 4. 1970

Nach Bepflanzung der beiden Versuchsflächen bei Gammelsbach im April 1968 erfolgte die Eingatterung, um die Pflanzen nicht einer Schädigung durch das Wild auszusetzen. Im Frühjahr des darauffolgenden Jahres wurden alle Pflanzen auf den Stock gesetzt. Vom Herbst 1969 bis Frühjahr 1970 wurden beide Flächen erstmals für eine Beäsung freigegeben, um Beobachtungen anstellen zu können, welche Gehölzarten vom Wild bevorzugt verbissen und welche Arten gemieden werden. Die noch vorhandenen Triebe wurden im Frühjahr 1970 zurückgeschnitten, die Versuchsflächen wiederum gegattert und die N-Parzellen im Juni gedüngt. Am 14. 12. 1970 erfolgten Messungen des Höhenwachstums, während der beiden folgenden

Tage wurden die Teilstücke der Düngungs-Varianten D_1 und D_4 zur Ertragsfeststellung geerntet und jeweils eine Probe/Teilstück für Trockensubstanzbestimmungen und die chemische Analyse entnommen. Die Teilstücke der Düngungs-Varianten D_2 und D_3 wurden zur weiteren Beobachtung der Verbißgewohnheiten des Wildes stehengelassen; das Gatter wiederum bis zum folgenden Frühjahr geöffnet.

3.1.3. Gehölzversuch Beuern

Standort: s. Kapitel 4.2.

Versuchsanlage: Zweifaktorieller Komplexversuch in Spaltanlage
(10, 2;2)

10 Gehölzarten: (+)

(Die Bezifferung der einzelnen Gehölzarten entspricht wiederum ihrer Varianten-Numerierung auf diesem Gehölzversuch)

- 1 *Rhus hirta* L. - Essigbaum
- 2 *Sorbus aucuparia* L. - Eberesche
- 3 *Prunus mahaleb* L. - Weichselkirsche
- 4 *Malus sylvestris* (L.) MILL. - Wilder Apfelbaum
- 5 *Acer platanoides* L. - Spitz-Ahorn
- 6 *Aesculus hippocastanum* L. - Gewöhnliche Roßkastanie
- 7 *Ligustrum vulg.* var. *atrov.* L. - immergrüner Liguster
- 8 *Euonymus europaeus* L. - Pfaffenhütchen
- 9 *Quercus rubra* L. - Rot-Eiche
- 10 *Salix purpurea* L. - Purpurweide

(+) Die Nomenklatur orientiert sich nach SCHMEIL-FITSCHEN (RAUH und SENGHAS, 1968).

<u>Teilstückgröße:</u>	$1,60 \text{ m} \times 4,00 \text{ m} = 6,40 \text{ m}^2$
<u>Pflanzverband:</u>	$0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$
<u>Zahl der Pflanzen/Teilstück:</u>	40

<u>Anpflanzung:</u>	Ende April 1970
<u>Wiederholungen:</u>	2
<u>Düngungsstufen:</u>	2 (D_1 - D_4)
	D_1 : keine Düngung
	D_4 : 16 dz/ha Weidevollkorn (15 x 9 x 5 x 5 x 4 x 0,1); sie entsprechen: 240 kg/ha N 144 kg/ha P_2O_5 80 kg/ha K_2O 80 kg/ha MgO 64 kg/ha Na_2O 1,6 kg/ha Cu

Die Volldüngung wurde jährlich in der angegebenen Menge wiederholt. Wegen der geographischen Lage der Versuchsfläche (leichte Hanglage) wurde eine Lochdüngung vorgenommen.

<u>Düngungstermine:</u>	2.5.1970
	27.4.1971

<u>Unkrautbekämpfung:</u>	durch Handhacke.
---------------------------	------------------

Die Versuchsfläche Beuern wurde ebenfalls sofort nach ihrer Bepflanzung gegattert. Messungen des Höhenwachstums erfolgten bei *Rhus hirta* mit der Ertragsbestimmung an Ort und Stelle; geerntet wurde am 2.12. 1970 bzw. am 18.12.1971. Auf die Untersuchung der übrigen Gehölzarten mußte aus arbeitstechnischen Gründen verzichtet werden. Beobachtungen über den Wildverbiß wurden auf diesem Versuch bisher nicht angestellt.

Aus dem vorliegenden Versuchsmaterial gelangten die folgenden 15 Arten-Varianten zur speziellen Untersuchung:

1 <i>Ribes nigrum</i>	Ernte 1970, Variante 1 aus Versuch 2						
2 <i>Acer campestre</i>	"	"	"	2	"	"	2
3 <i>Euonymus europaeus</i>	"	"	"	3	"	"	2
4 <i>Ligustrum vulg. var. atrov.</i>	"	"	"	5	"	"	2
5 <i>Prunus mahaleb</i>	"	"	"	7	"	"	2
6 <i>Prunus serotina</i> EHRH.	"	"	"	8	"	"	2
7 <i>Sambucus racemosa</i>	"	"	"	10	"	"	2
8 <i>Viburnum opulus</i>	"	"	"	11	"	"	2
9 <i>Salix x smithiana</i> WILLD.	"	"	"	12	"	"	2
10 <i>Cornus alba</i>	"	"	"	1	"	"	3
11 <i>Cornus sanguinea</i>	"	"	"	2	"	"	3
12 <i>Salix purpurea</i>	"	"	"	7	"	"	3
13 <i>Salix daphnoides</i>	"	"	"	8	"	"	3
14 <i>Rhus hirta</i>	"	"	"	8	"	"	Beuern
15 <i>Rhus hirta</i>	"	1971	"	8	"	"	Beuern

Die bei der Ernte für Trockensubstanzbestimmungen und chemische Untersuchungen entnommenen Gehölzproben wurden, wie bereits beschrieben, in ihre Bestandteile Knospen und Blätter - soweit vorhanden -, Rinde und Holz zerlegt. Nach Bestimmung der Trockensubstanz wurde das Material gemahlen; zur Analyse wurde ausschließlich die absolut trockene Substanz verwendet. In Ermangelung ausreichender Menge an Knospenmaterial gelangte eine Mischprobe aus jeweils allen vier Wiederholungen zur Analyse.

Alle Ertragsangaben beziehen sich, wenn nicht anders vermerkt, auf die absolute Trockenmasse (ATM).

Zur Untersuchung der Böden wurden den Varianten D₁ und D₄ Einzelproben entnommen; auf den Versuchsflächen Gammelsbach Nr. 2 und 3 im Oktober 1970 aus den Schichten 0-20 und 20-50 cm, auf der Versuchsfläche Beuern im Oktober 1971 aus den Schichten 0-5 und 5-20 bzw. 5-25 cm (flachgründiger Boden). Auf 100 m² Fläche erfolgten jeweils 12 Einstiche. Der durch trockenenes Absieben mittels eines 2 mm-Siebes erhaltene Feinboden gelangte in lufttrockener Form zur Analyse.

Die in Kapitel 4 angegebenen Ergebnisse der Bodenuntersuchungen resultieren aus dem Mittel der erhaltenen Einzelwerte.

3. 2. Analysenmethoden

Es kamen folgende Methoden und Messungsverfahren zur Anwendung:

Böden

Die pH-Bestimmung erfolgte auf elektrometrischem Wege nach NEHRING (1960), die von Gesamt-N nach KJELDAHL in Abwandlung nach JODLBAUER-FÖRSTER (NEHRING, 1960). Der pflanzenaufnehmbare Anteil von K_2O und P_2O_5 wurde nach der Doppellaktat-Methode von EGNER-RIEHM (THUN, HERRMANN und KNICKMANN, 1955) flammenfotometrisch bzw. kolorimetrisch bestimmt, derjenige an Mg ebenfalls kolorimetrisch nach SCHACHTSCHABEL (1954). Die C-Analyse erfolgte nach WESTERHOFF (1952).

Pflanzensubstanzen

Zur Bestimmung der Rohfaser kam die Methode nach SCHARRER und KÜRSCHNER (1931) zur Anwendung. Die N-Bestimmung erfolgte nach KJELDAHL (NEHRING, 1960). Zur Ermittlung der Verdaulichkeit des Rohproteins diente die Methode nach SJOLLEMA und WEDEKIND (NEHRING, 1960). Zur Bestimmung der Mengen- und Spurenelemente wurde die absolut trockene Substanz naß verascht, Ca, K und Na mittels Eppendorf-Flammenfotometer bzw. Mg, Fe, Mn und Zn mit Hilfe des Atomabsorptions-Spektralfotometers Leitz Unicam SP 90a direkt im Filtrat gemessen. Cu wurde nach der Methode von HEILENZ, HÖFNER und NEUMANN (1970), P nach GERICKE und KURMIES (1952) aufgeschlossen und kolorimetrisch gemessen.

4. BESCHREIBUNG DER VERSUCHSSTANDORTE

4.1. Versuchsanlagen Gammelsbach

Standort: Die Versuchsflächen Gammelsbach Nr. 2 und 3 befinden sich im südlichen Odenwald im Staatlichen Eigenjagdbezirk "Sensbacher Höhe" des Hessischen Forstamtes Beerfelden.

Lage der Versuchsflächen im Gelände: Abtlg. 656 D; ca. 300 m südöstlich der Höhe 557,8; etwa 555 m ü. NN; fast ebenes Hochplateau

Vorbestand: Eichen-Stockschlag, Heidelbeerüberzug, Drahtschmiele

Versuchsböden: Bei dem vorliegenden Boden handelt es sich um einen mittelgründigen, stark lehmigen Sand, der in einer Mächtigkeit von 5-50 cm auf mittlerem Buntsandstein liegt.
Die chemische Bodenuntersuchung der beiden Versuchsflächen ergibt folgendes Bild:

Tab. 1: Chemische Zusammensetzung der Versuchsböden Gammelsbach Nr. 2 und 3

Boden- tiefe cm	Düngungs- variante	Ges. -N.	K ₂ O	P ₂ O ₅	MgO	C	C/N	pH(KCl)
		mg / 100 g Boden				%	:1	
0-20	D ₁	126,9	12	8	4	2,44	19,0	4,9
0-20	D ₄	150,0	11	8	2	2,82	18,8	4,9
20-50	D ₁	46,4	4	1	3	0,82	17,6	4,2
20-50	D ₄	58,1	5	2	1	10,98	16,8	4,4

Bereits im Jahre 1965 sind von JAHN-DEESBACH (1970) erste Untersuchungen des Oberbodens (0-20 cm) vorgenommen worden, die folgenden Ergebnisse erbrachten: pH(KCl) = 3,6; P₂O₅ = 1 mg/100 g Boden; K₂O = 4 mg/100 g Boden;

Bei einem Vergleich dieser mit den entsprechenden in Tabelle 1 aufgezeigten Werten kann festgestellt werden, daß die PK-Düngung wesentliche Verbesserungen des P- und des K-Vorrates im Boden bewirkt hat. Handelte es sich vor der Düngung um einen ausgesprochenen P-K-Mangelboden, so kann das vorliegende Material nunmehr in die Kategorie der mit Phosphat und Kalium "genügend bis gut versorgten" Waldböden (SÜCHTING, 1946) eingestuft werden.

Die Mg-Gehalte decken sich mit den von SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL (1966) angegebenen Werten für hessische Buntsandsteinböden. Ihre Abnahme in der Düngungs-Variante D₄ erklärt sich aus einem gesteigerten Mg-Bedarf der Gehölze als Folge eines N-düngungsbedingten Zuwachses. Das auch nach der Düngung bestehende ungünstige C/N-Verhältnis deutet auf eine noch mangelhafte Humifizierung der organischen Bodensubstanz auch nach der Branntkalkgabe hin.

Witterungsverlauf

Da sich in der nächsten Umgebung von Gammelsbach keine Klimastation in ähnlicher Höhenlage befindet, muß auf die mittleren Jahrestemperaturen von Beerfelden (443 m ü. NN) und die Jahresniederschlagssummen vom ca. 3 km von Gammelsbach entfernten Hebstahl (278 m ü. NN) zurückgegriffen werden. Nach Auskunft des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach haben die Daten der beiden Orte in großer Annäherung auch für Gammelsbach Gültigkeit.

Zur Beurteilung des Witterungsverlaufes sind in Tabelle 2 die langjährigen Mittel für die Lufttemperatur und die Niederschläge sowie die mittlere Jahrestemperatur und die Jahresniederschlagssumme der Jahre 1968-1970 wiedergegeben.

Die Abbildung 1 zeigt die langjährigen Monatsmittel für die Niederschläge in Hebstahl und die Lufttemperatur in Beerfelden. In den Abbildungen 2-4 ist der monatliche Witterungsverlauf der Jahre 1968-1970 graphisch dargestellt.

Der Witterungsverlauf ist in Anlehnung an die Klimadiagramme nach WALTER (1956) wiedergegeben.

Tab. 2: Angaben über Klimadaten des Versuchsstandortes Gammelsbach

Versuchsjahr	Mittlere Jahrestemperatur °C	Jahresniederschlags- summe mm
langj. Mittel	7,9	1070
1968	7,7	1270
1969	7,6	951
1970	7,5	1176

Das langjährige Mittel für die Niederschläge beträgt 1070 mm, für die Lufttemperatur 7,9°C. Die Niederschlagssummen betragen 1968 = 1270 mm, 1969 = 951 mm und 1970 = 1176 mm; die Jahresdurchschnittstemperaturen 1968 = 7,7°C, 1969 = 7,6°C und 1970 = 7,5°C.

Wie aus der Tabelle 2 entnommen werden kann, weichen die mittleren Jahrestemperaturen nach unten vom langjährigen Mittel ab. Erhebliche Abweichungen zeigen sich in den Niederschlägen der einzelnen Jahre untereinander und vom langjährigen Mittel.

Das Jahr 1968 kann als niederschlagsreiches Jahr charakterisiert werden. Zwar zeigt sich der Januar, gemessen am langjährigen Mittel, als niederschlagsarmer Monat, doch stellt sich bereits ab Februar, in dem mit 282 mm ein Höchstwert erreicht wird, bis einschließlich Mai eine besonders feuchte Periode ein, die von einer gleichmäßig trockenen bis September abgelöst wird. Im Oktober erreichen die Niederschlagsmengen bei relativ hohen Temperaturen annähernd gleich hohe Werte wie im Frühjahr. Demgegenüber zeigen die Monate November und Dezember einen trockenen und kühlen Witterungsverlauf,

Abb. 1

Langjähriges Monatsmittel der Lufttemperatur (Beerfelden) und des Niederschlages (Hebstahl)

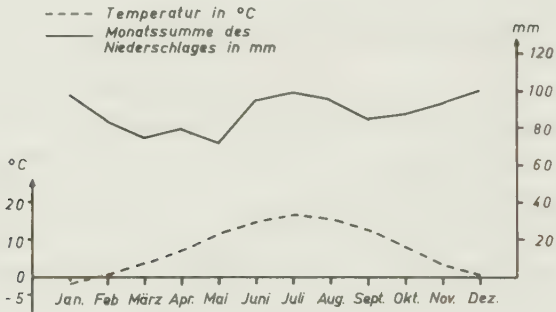


Abb. 2

Monatsmittel der Lufttemperatur (Beerfelden) und Monatssumme des Niederschlages (Hebstahl) des Jahres 1968

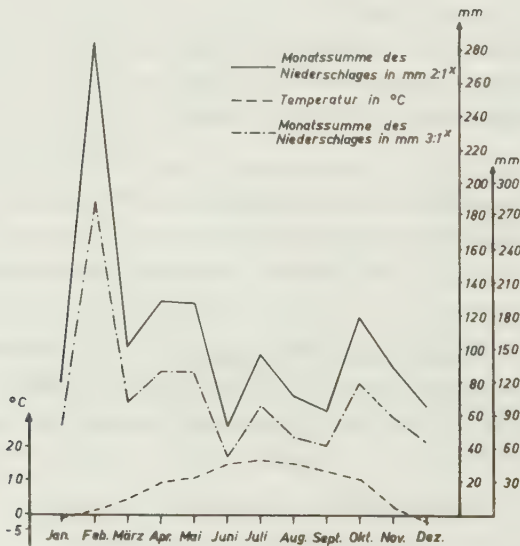
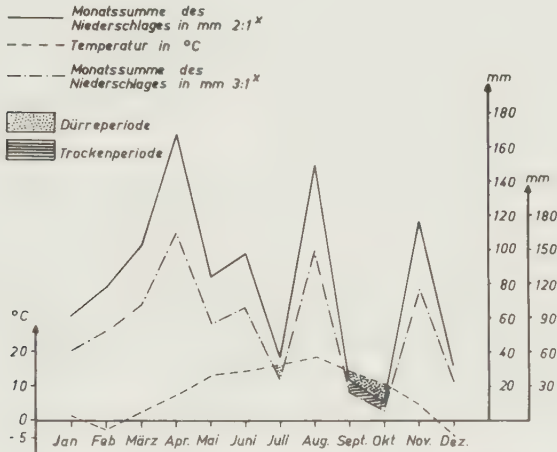


Abb. 3

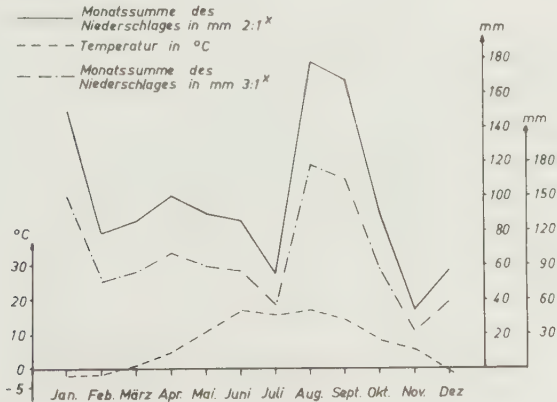
Monatsmittel der Lufttemperatur (Beerfelden) und Monatssumme des Niederschlages (Hebstahl) des Jahres 1969



^x Maßstab

Abb. 4

Monatsmittel der Lufttemperatur (Beerfelden) und Monatssumme des Niederschlages (Hebstahl) des Jahres 1970



^x Maßstab

Während das Jahr 1968 als niederschlagsreiches Jahr bezeichnet werden konnte, ist das Jahr 1969 relativ niederschlagsarm. Wie aus der Abbildung 2 hervorgeht, tritt das Niederschlagsdefizit als Folge der geringen Niederschläge in den Monaten Januar, Februar, Juli, September, Oktober und Dezember auf. Im Juli stellt sich trotz relativ niedriger Temperaturen eine Dürreperiode ein, die von einem feuchten August unterbrochen, von einer von September bis einschließlich Oktober reichenden Trockenperiode abgelöst wird.

Im Jahre 1970 folgen einem regenreichen, kühlen Frühjahr die niederschlagsarmen, warmen Monate Juni und Juli, die von den außerordentlich feuchten, in der Intensität lediglich vom Februar 1968 übertroffenen Monaten August und September bei gleichzeitig steigenden Temperaturen abgelöst werden. Die Wintermonate November und Dezember dagegen sind trocken; ihre Temperatur liegt im November mit $1,1^{\circ}\text{C}$ über, im Dezember mit $0,4^{\circ}\text{C}$ unter dem langjährigen Mittel.

4.2. Versuchsanlage Beuern

Standort: Die Versuchsfläche Beuern befindet sich in der Gemarkung Beuern, zwischen Beuern und Bersrod, ca. 13 km von Gießen entfernt.

Lage der Versuchsfläche im Gelände: Flur 14, Flurstück 17, ca. 1 km Luftlinie südöstlich der Kirche Beuern am "Rotenholz-Berg", etwa 265 m ü. NN; leichter Südhang

Vorbestand: Grünland, davor Ackerland

Versuchsböden: Bei dem vorliegenden Material handelt es sich um einen flachgründigen lehmigen Schluff auf Basalt. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tab. 3: Chemische Zusammensetzung des Versuchsbodens Beuern

Boden- tiefe cm	Düngungs- variante	Ges. -N.	K ₂ O	P ₂ O ₅	MgO	C	C/N	pH (KCl)
		mg/100 g Boden				%	: 1	
0- 5	D ₁	161,8	15	13	17	2,05	12,7	5,6
0- 5	D ₄	188,8	16	15	21	2,33	12,3	5,8
5-20	D ₁	124,8	13	6	24	1,26	10,1	5,3
5-20	D ₄	136,1	14	12	25	1,50	9,1	5,4

Witterungsverlauf

Auch in Beuerns Umgebung fehlt eine der Höhenlage entsprechende Klimastation, so daß auf die Werte von Gießen-Liebigshöhe (186 m ü. NN) zurückgegriffen werden muß.

Zur Beurteilung des Witterungsverlaufes sind in Tabelle 4 die langjährigen Mittel für Lufttemperatur und Niederschläge sowie die mittlere Jahrestemperatur und die Jahresniederschlagssumme der Jahre 1970 und 1971 wiedergegeben.

Die langjährigen Monatsmittel für Temperatur und Niederschläge sowie der monatliche Witterungsverlauf der Jahre 1970 und 1971 sind in den Abbildungen 5-7 graphisch dargestellt.

Tab. 4: Angaben über Klimadaten des Versuchsstandortes Beuern

Versuchsjahr	Mittlere Jahrestemperatur °C	Jahresniederschlags- summe mm
langj. Mittel	8,9	591
1970	8,6	648
1971	9,1	482

Das langjährige Mittel für die Niederschläge beträgt 591 mm, für die Lufttemperatur $8,9^{\circ}\text{C}$. Die Niederschlagssummen betragen 1970 = 648 mm und 1971 = 482 mm; die Jahresdurchschnittstemperaturen 1970 = $8,6^{\circ}\text{C}$ und 1971 = $9,1^{\circ}\text{C}$.

Der Tabelle 4 ist zu entnehmen, daß die mittleren Jahrestemperaturen im Jahre 1970 nach unten und im Jahre 1971 nach oben vom langjährigen Mittel abweichen; die Niederschläge zeigen erhebliche Abweichungen in den beiden Versuchsjahren und vom langjährigen Mittel. Das Jahr 1970 kann als relativ kühles und niederschlagsreiches, das darauffolgende als relativ warmes und trockenes Jahr charakterisiert werden.

Im Vergleich zum langjährigen Mittel sind die Monate Januar bis einschließlich April des Jahres 1970 durch verhältnismäßig niedrige Temperaturen und hohe Niederschläge gekennzeichnet. Im Februar werden bei einer Lufttemperatur von $-0,1^{\circ}\text{C}$ die höchsten Niederschlagsmengen des Jahres (81 mm) erreicht. Im Mai kommen die Temperaturen dem langjährigen Mittel nahe, während die Niederschläge unter das langjährige Mittel absinken. Durch einen weiteren Abfall der Niederschlagsmenge tritt bei einem gleichzeitigen Temperaturanstieg von $+1,7^{\circ}\text{C}$ über das langjährige Mittel im Juni eine Dürreperiode ein, die sich, von einem relativ feuchten und kühlen Juli unterbrochen, im August wiederholt. September und Oktober bringen noch einmal relativ hohe Niederschläge mit über dem langjährigen Mittel liegenden Temperaturen. Der November ist verhältnismäßig mild und trocken; der Dezember kühl und durch um das langjährige Mittel liegende Niederschlagsmengen gekennzeichnet.

Die mittlere Temperatur des Jahres 1971 beläuft sich auf $9,1^{\circ}\text{C}$ und weicht somit nur geringfügig vom langjährigen Mittel ab. Die Monate Januar, März und Juni sind relativ kühl; dagegen liegen Februar, April, Mai, Juli, August und Dezember mit ihren durchschnittlichen Temperaturen zum Teil recht deutlich über dem langjährigen Mittel, während die Werte von September, Oktober und November ihm etwa entsprechen.

Die Niederschlagsmengen des Jahres 1971 sind im Vergleich zum langjährigen Mittel gering. Sie übertreffen lediglich im Mai und November das langjährige Mittel bzw. erreichen es im April und Juni, während bei nur 12 mm Niederschlag im Juli eine Trockenperiode eintritt, die sich im September wiederholt. Im Oktober und Dezember liegen die Niederschlagsmengen wieder weit unter dem langjährigen Mittel.

Abb. 5

Langjähriges Monatsmittel der Lufttemperatur und des Niederschlages in Gießen-Liebigshöhe

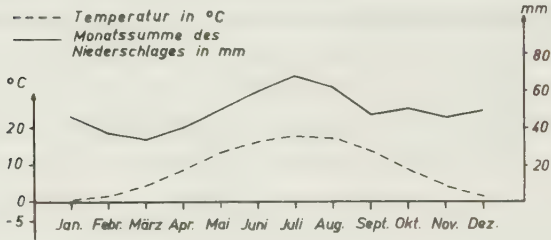
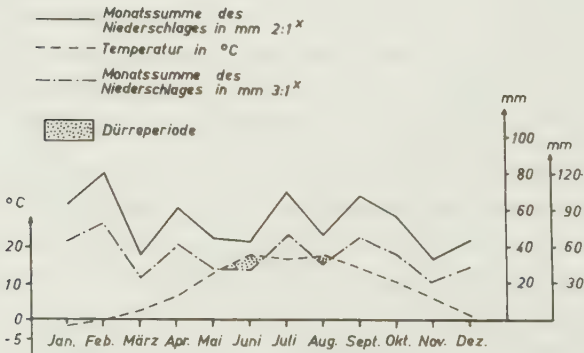


Abb. 6

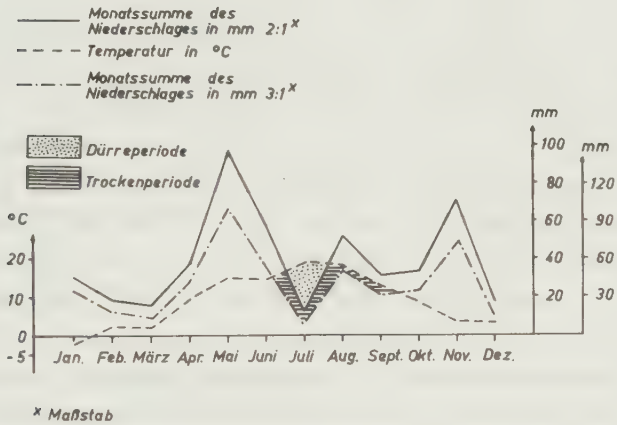
Monatsmittel der Lufttemperatur und Monatssumme des Niederschlages in Gießen-Liebigshöhe 1970



^x Maßstab

Abb. 7

Monatsmittel der Lufttemperatur und Monatssumme des Niederschlages in Gießen-Liebigshöhe 1971



5. ERGEBNISSE

5.1. Beobachtungen über Verbiß und Regenerationsvermögen

Während der Wintermonate 1969/70, 1970/71 und 1971/72 ist von den Herren Forst-Amtsrat Dondorf und Oberförster Happel, denen an dieser Stelle für ihre Bemühungen ganz besonders gedankt sei, an beiden Versuchen Gammelsbach Nr. 2 und 3 der Verbiß durch das Wild bonitiert worden. Die Beobachtungen erfolgten in einem 14-tägigen Turnus von Dezember bis Februar. Dabei hat sich gezeigt, daß *Euonymus europaeus* und *Ligustrum vulgare* sowohl vom Reh- als auch vom Rotwild mit Abstand am besten angenommen worden sind. Vom Rehwild recht gut verbissen wurden außerdem *Cornus alba* und *Cornus sanguinea*; dagegen war die Beäsung der 3 *Salix*-Arten, von *Sambucus racemosa*, *Prunus mahaleb* und *Acer campestre* mäßig, die der übrig geprüften Arten gering.

Dazu muß festgestellt werden, daß das Wild hier auch über den Winter gut mit Futter versorgt wird. In unmittelbarer Nähe und der Umgebung der Versuchsflächen befinden sich Futterstellen für Reh- und Rotwild, die während des gesamten Winters mit einem Futtergemisch aus Kraftfutter, gehäckseltem Laubheu, Grummet, Wiesenheu, Silage und Rüben beschickt werden.

Zum anderen ist zu beachten, daß der Verbiß von Äsungspflanzen von Landschaft zu Landschaft verschieden sein kann, woraus sich die recht widersprüchlichen Meinungen verschiedener Autoren erklären lassen, welche Gehölzarten vom Wild verbissen werden und in welcher Häufigkeit und Intensität der Verbiß erfolgt. So zeigen nach den Beobachtungen von KROLL (1958) *Euonymus europaeus* und *Ligustrum vulgare* "wenig oder keinen Verbiß", während KLÖTZLI (1965) bei diesen Arten im Schweizer Mittelland einen "regelmäßig starken" bzw. "periodisch starken" Verbiß festgestellt und CONRADI (1960) bei *Euonymus europaeus* in der Schwäbischen Alb einen "außerordentlich starken" Verbiß beobachtet hat. Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Beobachtungsergebnisse

haben sowohl für *Euonymus europaeus* als auch für *Ligustrum vulgare* ein mit KLÖTZLI's Aussage vergleichbares Resultat erbracht.

Sich widersprechende Beobachtungen betreffen außerdem *Acer campestre*, der nach KLÖTZLI "periodisch stark verbissen", nach KÖNIG (1923) "gut verbissen" und nach CONRADI "schlecht angenommen" wird. Auf dem Standort Gammelsbach ist für diese Art ein "mäßiger" Verbiß festgestellt worden. Auch *Sambucus racemosa* hat nicht die von PÄSSLER (1883) und BECKER-DILLINGEN (1945) beschriebene "konstant gute" Verbißquote erbracht bzw. die von KLÖTZLI gebrauchte Klassifizierung "regelmäßig stark verbissen" gerechtfertigt. Im Gegenteil, der Verbiß dieser Gehölzart war nur gering.

Die Versuchsfläche Beuern ist bisher gegattert geblieben, so daß keine Ergebnisse über einen Verbiß durch das Wild vorliegen.

Über das Regenerationsvermögen der geprüften Gehölzarten kann berichtet werden, daß der jährliche Verbiß und Schnitt keinerlei negative Auswirkungen auf das Wachstum der Gehölze gezeigt hat. Vielmehr ist ein hohes Regenerationsvermögen beobachtet worden; die Bestände sind von Jahr zu Jahr dichter und üppiger geworden. Das gilt besonders für die mit 240 kg/ha N gedüngten Sträucher, bei denen der jährliche Neuaustrieb und - mit Ausnahme der 3 *Salix*-Arten - die Anlage von Seitentrieben stark ausgeprägt waren; mit anderen Worten, es konnte eine starke Verbuschung der Sträucher festgestellt werden. Diesbezüglich sollen besonders die Arten *Sambucus racemosa*, *Euonymus europaeus*, die beiden *Prunus*-Arten, *Cornus sanguinea* sowie *Acer campestre* und *Ligustrum vulgare* genannt werden. Diese Beobachtungen gelten bis einschließlich Herbst 1972.

Von der im Frühjahr 1970 bepflanzten Versuchsanlage Beuern ist im Dezember desselben Jahres lediglich *Rhus hirta* zurückgeschnitten worden, während die übrigen Arten im Frühjahr 1971 auf den Stock gesetzt wur-

den. Im Herbst 1971 und nach einem weiteren Schnitt (Dezember 1971) im Herbst des folgenden Jahres wurde in den mit Volldünger versehenen Parzellen ein üppigerer Wuchs der Sträucher als in den Vergleichsparzellen beobachtet. Als auffälligste Art ist *Rhus hirta* in Erscheinung getreten; außerdem können *Acer platanoides*, *Malus sylvestris*, *Prunus mahaleb*, *Sorbus aucuparia* und *Salix purpurea* als Gehölzarten mit gutem Regenerationsvermögen infolge Stickstoffdankbarkeit bezeichnet werden.

5. 2. Höhenwachstum

Bei der Auswahl von für eine Winterweide in Frage kommenden Futtergehölzen muß neben anderen Kriterien die Wuchskraft der einzelnen Arten berücksichtigt werden, dies besonders auf Standorten mit größeren Schneehöhen. Aus diesem Grunde sind schnellwüchsige Gehölzarten, insbesondere bei entsprechender Düngung, am ehesten geeignet, ein brauchbares Winterfutter zu erstellen. Die vorgenommenen Messungen des Höhenwachstums sollten Aufschluß darüber geben, welche der untersuchten Gehölzarten diese Anforderungen erfüllen.

Die in Tabelle 5 zusammengestellten Wuchshöhen resultieren aus den Mittelwerten der vier Wiederholungen der beiden Düngungs-Varianten D_1 und D_4 .

Aus der Tabelle 5 geht hervor, daß in der D_1 -Variante (ohne N) 7 der 13 vom Versuchsstandort Gammelsbach geprüften Gehölzarten nur eine mittlere Wuchshöhe von weniger als 60 cm aufweisen. Zu dieser Gruppe gehören: *Cornus sanguinea*, *Viburnum opulus*, *Ribes nigrum*, *Sambucus racemosa*, *Euonymus europaeus*, *Acer campestre* und *Ligustrum vulgare*. Über dem Versuchsmittel der D_1 -Variante (66,6 cm) liegen *Salix daphnoides*, *Prunus mahaleb*, *Cornus alba*, *Salix purpurea*, *Prunus serotina* und mit Abstand *Salix x smithiana*.

Tab. 5: Die Wuchshöhe verschiedener Verbißgehölzarten in Abhängigkeit von der N-Düngung im Versuchsjahr 1970

Arten	Wuchshöhen (in cm)		
	D ₁	D ₄	Mittel
1 Ribes nigrum	46,0	75,6	60,8
2 Acer campestre	53,4	98,5	76,0
3 Euonymus europaeus	49,0	116,4	82,7
4 Ligustrum vulgare	57,8	84,4	71,7
5 Prunus mahaleb	74,3	119,8	97,0
6 Prunus serotina	86,3	157,5	121,9
7 Sambucus racemosa	49,0	123,4	86,2
8 Viburnum opulus	45,2	72,5	58,9
9 Salix x smithiana	131,4	211,0	171,2
10 Cornus alba	76,3	111,3	93,8
11 Cornus sanguinea	43,3	97,0	70,1
12 Salix purpurea	83,2	129,3	106,2
13 Salix daphnoides	70,3	113,0	91,7
Mittel	66,6	116,1	91,4
GD 5% WW A/D	4,78		
GD 5% Art	3,38		
GD 5% Düngung	1,33		
14 Rhus hirta 1970	33,2	47,0	40,1
15 Rhus hirta 1971	81,0	122,0	101,5

Die Stickstoff-Düngung hat, wie aus der Tabelle 5 zu erschen ist, bei allen untersuchten Gehölzarten zu einer deutlichen Zunahme der Wuchshöhe geführt. Die zwischen den Varianten D₁ und D₄ aufgetretenen Differenzen in der Wuchshöhe sind bei jeder der Arten signifikant.

Um vergleichbare Werte zu erhalten, sind die mittleren Wuchshöhen der Düngungs-Variante D₁ = 100 gesetzt und die Wuchshöhen der Düngungs-Variante D₄ in % davon ausgedrückt. Danach stellen sich die folgenden Arten-Gruppierungen heraus:

<u>Gruppe 140-160 %</u>		<u>Gruppe 161-180 %</u>	
Salix purpurea	(145 %)	Viburnum opulus	(161 %)
Cornus alba	(146 %)	Salix daphnoides	(161 %)
Ligustrum vulgare	(146 %)	Salix x smithiana	(161 %)
		Ribes nigrum	(161 %)
		Prunus mahaleb	(162 %)
<u>Gruppe 181-200 %</u>		<u>Gruppe > 200 %</u>	
Prunus serotina	(183 %)	Cornus sanguinea	(224 %)
Acer campestre	(184 %)	Euonymus europaeus	(239 %)
		Sambucus racemosa	(250 %)

Hierzu kann festgestellt werden, daß nach Düngung mit Stickstoff von Sambucus racemosa, Euonymus europaeus, Cornus sanguinea und Acer campestre die größten relativen Zunahmen im Höhenwachstum erzielt worden sind, von jenen vier Arten also, die in der D_1 -Variante zur Gruppe der Gehölzarten mit geringem Höhenwuchs gehören. Von den drei übrigen in dieser Gruppe zusammengefaßten Arten weisen Ribes nigrum und Viburnum opulus mit einer Steigerung von 161 % sowie Ligustrum vulgare mit einer solchen von 146 % zwar eine relativ gute Zunahme im Höhenzuwachs auf, aber es wird von ihnen wie von Acer campestre, Cornus alba und Cornus sanguinea das Wuchshöhen-Versuchsmittel der D_4 -Variante (116,1 cm) nicht erreicht. Salix daphnoides liegt mit einem relativen Höhenzuwachs von 161 % und einer durchschnittlichen Wuchshöhe von 113 cm nur knapp unter dem Versuchsmittel.

Die mit Abstand größten Wuchshöhen werden in der Düngungs-Variante D_1 und D_4 von Salix x smithiana erreicht, gefolgt von Prunus serotina und Salix purpurea.

Auf der Versuchsanlage Beuern hat die Volldüngung bei Rhus hirta im 1. Versuchsjahr eine relative Zunahme in der Wuchshöhe von 141 %, im zweiten eine solche von 151 % bewirkt. Dagegen erhöht sich der Zuwachs

vom 1. zum 2. Versuchsjahr in der D_1 -Variante auf knapp das Zweieinhalbfache, in der D_4 -Variante auf mehr als das Zweifache.

5.3. Erträge

Die entscheidende Bedeutung kommt den Erträgen und einer eventuellen Beeinflussung der einzelnen Triebanteile (Knospen und Blätter, Rinde und Holz) durch die Stickstoff-Düngung zu. Zur Feststellung der Frisch- und Trockenmasse (ATM-)Erträge sind die Arten-Varianten 1-15 zuzüglich der von einer anderen Baumschule bezogenen Gehölzarten *Prunus serotina* (Variante 5, Versuch 3) und *Salix x smithiana* (Variante 6, Versuch 3) geerntet worden.

5.3.1. Frischmasse-Erträge

Die ermittelten Frischmasse-Erträge ergeben sich aus dem Mittelwert der vier (Gammelsbach) bzw. zwei (Beuern) Einzelerträge, die in dz/ha umgerechnet worden sind. Auf eine fehlerstatistische Verrechnung wird verzichtet, weil diese bei den Trockenmasse-Erträgen vorgenommen worden ist. Die Ergebnisse, auf die im folgenden nicht näher eingegangen werden soll, sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tab. 6: Der Einfluß der N-Düngung auf die Frischmasse-Erträge
(in dz/ha) verschiedener Verbißgehölzarten

Arten	D ₁	D ₄
1 Ribes nigrum	37,0	78,6
2 Acer campestre	27,6	67,4
3 Euonymus europaeus	13,1	49,7
4 Ligustrum vulg. var. atrov.	38,2	114,9
5 Prunus mahaleb	55,7	144,2
6 Prunus serotina	68,4	178,8
6a Prunus serotina Var. 5, Versuch 3	59,3	184,4
7 Sambucus racemosa	25,4	136,8
8 Viburnum opulus	16,6	32,5
9 Salix x smithiana	184,8	377,4
9a Salix x smithiana Var. 6, Versuch 3	95,6	226,2
10 Cornus alba	47,4	106,0
11 Cornus sanguinea	10,3	40,0
12 Salix purpurea	53,4	99,1
13 Salix daphnoides	26,3	60,0
14 Rhus hirta, 1970	9,7	21,6
15 Rhus hirta, 1971	52,8	101,3

5.3.2. Trockenmasse (ATM-)-Gehalte und -Erträge

Die für die einzelnen Gehölzarten gefundenen ATM-Gehalte der Triebe sind in Tabelle 7 mit den errechneten Verhältnissen von Trockenmasse (ATM) zum Wassergehalt wiedergegeben, in Tabelle 8 die ermittelten Triebanteile am Gesamttrieb. Die in Tabelle 9 zusammengestellten Trockenmasse (ATM-)-Erträge resultieren aus der Verrechnung der Ertragskomponenten mit den Werten ihrer absoluten Trockenmasse (ATM). In allen Fällen handelt es sich um Mittelwerte aus den vier Wiederholungen der beiden Düngungs-Varianten D₁ und D₄.

Tab. 7: Die ATM-Gehalte (in %) und ATM/Wasser-Verhältnisse der verschiedenen Gehölzarten in Abhängigkeit von der N-Düngung

Arten	ATM-Gehalte			ATM:Wasser (1:)	
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄
1 Ribes nigrum	39,7	38,6	39,2	1,5	1,7
2 Acer campestre	48,8	48,1	48,5	1,1	1,3
3 Euonymus europaeus	38,3	37,0	37,7	1,6	1,8
4 Ligustrum vulgare	33,2	30,4	31,8	2,0	2,3
5 Prunus mahaleb	45,9	44,8	45,3	1,2	1,2
6 Prunus serotina	48,3	46,2	47,3	1,1	1,2
6a Prunus serotina, Var. 5, Vers. 3	47,9	46,2	47,0	1,1	1,2
7 Sambucus racemosa	38,8	36,2	37,5	1,6	1,8
8 Viburnum opulus	46,6	45,5	46,0	1,2	1,2
9 Salix x smithiana	43,8	43,2	43,5	1,3	1,3
9a Salix x smithiana, Var. 6, Vers. 3	43,7	41,9	42,8	1,3	1,4
10 Cornus alba	46,3	44,7	45,5	1,1	1,2
11 Cornus sanguinea	46,5	44,9	45,7	1,1	1,2
12 Salix purpurea	45,4	44,8	45,1	1,2	1,2
13 Salix daphnoides	47,8	46,6	47,2	1,1	1,2
Mittel	44,1	42,6	43,3	1,3	1,4
GD 5% WW A/D	0,78				
GD 5% Art	0,56				
GD 5% Düngung	0,21				
14 Rhus hirta 1970	55,9	54,5	55,2	0,8	0,9
15 Rhus hirta 1971	55,0	53,4	54,2	0,8	0,9

Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, erbrachte die Mehrzahl der untersuchten Gehölzarten ATM-Gehalte zwischen 41 und 49 %. Das gilt sowohl für die D₁ - als auch für die D₄ -Variante. In beiden Düngungs-Stufen wurden niedrige Gehalte an absoluter Trockenmasse (30,4 - 39,7 %) bei Ligustrum vulgare, Euonymus europaeus, Sambucus racemosa und Ribes nigrum, umgekehrt die weitaus höchsten (53,4 - 55,9 %) bei Rhus hirta im Versuch Beuern festgestellt.

Auf Grund dieser Zusammensetzung ergibt sich für die Gehölzarten - mit

Ausnahme von *Rhus hirta* - ein ATM : Wasser-Verhältnis zwischen 1 : 1,1 und 1 : 2,0 in der D_1 -Variante bzw. 1 : 1,2 und 1 : 2,3 in der D_4 -Variante.

Als Folge der hohen N-Düngung sind die ATM-Gehalte der einzelnen Gehölzarten leicht abgefallen, wenn auch nicht bei allen Arten gleichmäßig. Die zwischen den beiden Düngungs-Varianten aufgetretene Differenz ist im Mittel aller Arten, aber auch bei den meisten Arten selbst signifikant.

Wie aus Tabelle 8 hervorgeht, hat die hohe N-Düngung bei allen vier Gehölzarten mit nennenswertem Knospenanteil zu einer erheblichen Vermehrung der Knospenanteile geführt, die im einzelnen bei *Salix x smithiana* 30 %, *Salix purpurea* 40 %, *Ribes nigrum* und *Viburnum opulus* jeweils 50 % beträgt. Mit Ausnahme von *Viburnum opulus*, bei dem eine zusätzliche Erhöhung des Rindenanteils um 10 % festgestellt wurde, blieben die Rindenanteile von *Ribes nigrum*, *Salix x smithiana* und *Salix purpurea* etwa konstant, während die entsprechenden Anteile des Holzes gesenkt wurden. Die zwischen den Fraktionen und Düngungs-Varianten D_1 und D_4 auftretenden Unterschiede sind signifikant. Der Blattanteil von *Ligustrum vulgare* war in der D_4 -Variante auf Kosten einer geringen Senkung des Rindenanteils und einer Abnahme des Holzanteils um 10 % erhöht.

Bei den übrigen Gehölzarten ist übereinstimmend die Tendenz beobachtet worden, daß die N-Düngung eine Erhöhung des Rindenanteils auf Kosten des Holzanteils bewirkt hat. Dabei erzielten *Euonymus europaeus*, *Prunus mahaleb* und *Prunus serotina* mit je 10 % die größten und *Acer campestre* und *Sambucus racemosa* mit je 5 % die geringsten Steigerungen. Wiederum sind sämtliche zwischen den Fraktionen und Düngungs-Varianten D_1 und D_4 auftretenden Unterschiede signifikant.

Die Trockenmasse (ATM-)-Erträge sind in Tabelle 9 aufgeführt. Danach ergibt sich im Mittel der 15 Arten der Versuche Gammelsbach Nr. 2 und 3 für die Düngungs-Variante D_1 ein Gesamt-Trockenmasse-Ertrag von

Tab. 8: Einfluß der N-Düngung auf die %-Anteile Knospen und Blätter (*), Rinde und Holz

Arten	Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
<i>Ribes nigrum</i>	2,6	3,9	3,3	39,0	39,1	39,1	58,4	57,0	57,7
<i>Viburnum opulus</i>	2,8	4,1	3,5	35,6	38,0	36,8	61,6	57,9	59,7
<i>Salix x smithiana</i>	4,8	6,1	5,5	37,4	37,5	37,5	57,8	56,4	57,0
<i>Salix purpurea</i>	3,6	5,1	4,4	36,7	37,6	37,1	59,7	57,3	58,5
Mittel	3,5	4,8	4,2	37,2	38,0	37,6	59,3	57,2	58,2
GD 5% Art	0,54			GD 5% WW			A/F		0,93
GD 5% Fraktion	0,46			GD 5% WW			A/D		0,76
GD 5% Düngung	0,38			GD 5% WW			F/D		0,66
<i>Acer campestre</i>				28,1	29,8	29,0	71,9	70,2	71,0
<i>Euonymus europaeus</i>				29,0	32,0	30,5	71,0	68,0	69,5
<i>Ligustrum vulgare</i>	31,5 *	34,5 *	33,0 *	29,9	28,6	29,2	38,6	36,9	37,8
<i>Prunus mahaleb</i>				32,2	35,9	34,0	67,8	64,1	66,0
<i>Prunus serotina</i>				36,5	40,4	38,4	63,5	59,6	61,6
<i>Sambucus racemosa</i>				40,0	42,4	41,2	60,0	57,6	58,8
<i>Cornus alba</i>				37,6	40,5	39,1	62,4	59,5	60,9
<i>Cornus sanguinea</i>				34,6	37,4	36,0	65,4	62,6	64,0
<i>Salix daphnoides</i>				50,5	53,6	52,0	49,5	46,4	48,0
Mittel				35,4	37,8	36,6	61,1	58,3	59,7
GD 5% Art	0,78			GD 5% WW			A/F		1,10
GD 5% Fraktion	0,37			GD 5% WW			A/D		0,96
GD 5% Düngung	0,37			GD 5% WW			F/D		0,52
<i>Rhus hirta</i> 1970				49,0	52,0	50,5	51,0	48,0	49,5
<i>Rhus hirta</i> 1971				49,7	53,2	51,5	50,3	46,8	48,5

Tab. 9: Einfluß der N-Düngung auf die Trockenmasse (ATM-)-Erträge (dz/ha) verschiedener Verbißgehölzarten

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	14,7	30,3	22,5	0,4	1,2	0,8	5,7	11,8	8,7	8,6	17,3	13,0
2 - Acer campestre	13,5	32,5	23,0				3,8	9,7	6,8	9,7	22,8	16,3
3 - Euonymus europ.	5,2	18,4	11,8	*			1,5	5,9	3,7	3,7	12,5	8,1
4 - Ligustrum vulgare	12,6	34,9	23,8		* 12,0	8,0	3,8	10,0	6,9	4,9	12,9	8,9
5 - Prunus mahaleb	25,6	64,6	45,1				8,2	23,2	15,7	17,4	41,4	29,4
6 - Prunus serotina	33,1	82,6	57,9				12,1	33,3	22,7	21,0	49,3	35,2
6a-Prunus serot., Var. 5, Vers. 3	28,4	85,2	56,8									
7 - Sambucus racemosa	9,9	49,5	29,7				3,9	21,0	12,5	5,9	28,5	17,2
8 - Viburnum opulus	7,7	14,8	11,3	0,2	0,6	0,4	2,7	5,6	4,2	4,8	8,6	6,7
9 - Salix x smithiana	80,9	162,9	121,9	3,9	10,0	7,0	30,2	61,1	45,7	46,8	91,8	69,3
9a-Salix x smith., Var. 6, Vers. 3	41,8	94,6	68,2									
10 - Cornus alba	21,9	47,4	34,7				8,3	19,2	13,8	13,7	28,2	21,0
11 - Cornus sanguinea	4,8	17,9	11,4				1,7	6,7	4,2	3,1	11,2	7,2
12 - Salix purpurea	24,3	44,5	34,4	0,9	2,3	1,6	8,9	16,7	12,8	14,5	25,5	20,0
13 - Salix daphno.	12,6	27,9	20,3				6,3	14,9	10,6	6,3	13,0	9,7
Mittel	22,5	53,9	38,2	1,4	3,5	2,5	7,1	18,4	13,0	12,3	27,9	20,2
GD 5% WW A/D	4,64			0,57			0,95			2,75		
GD 5% Art	3,28			0,40			0,68			1,95		
GD 5% Düng.	1,20			0,15			0,27			0,76		
14 - Rhus hirta 1970	5,4	11,8					2,6	6,1		2,8	5,6	
15 - Rhus hirta 1971	29,1	54,0					14,4	28,7		14,6	25,3	

22,5 dz/ha und für die Düngungs-Variante D_4 ein signifikant höherer von 53,9 dz/ha.

Gesamt-Trockenmasse-Erträge

In der Düngungs-Variante D_1 sind die mit Abstand niedrigsten Gesamt-Trockenmasse-Erträge bei *Cornus sanguinea* mit 4,8 dz/ha ATM, *Euonymus europaeus* mit 5,2 dz/ha ATM, *Viburnum opulus* mit 7,7 dz/ha ATM und *Sambucus racemosa* mit 9,9 dz/ha ATM festgestellt worden. Unter dem Versuchsmittel (22,5 dz/ha ATM) liegen außerdem *Salix daphnoides* und *Ligustrum vulgare* mit jeweils 12,6 dz/ha ATM und *Ribes nigrum* mit 14,7 dz/ha ATM, während *Cornus alba* mit 21,9 dz/ha ATM das Versuchsmittel knapp erreicht. Die weitaus höchsten Gesamt-ATM-Erträge sind von *Salix x smithiana* vom Versuch Gammelsbach Nr. 2 mit 80,9 dz/ha und vom Versuch Gammelsbach Nr. 3 mit 41,9 dz/ha erbracht worden, gefolgt von den beiden Herkünften *Prunus serotina* vom Versuch Nr. 2 mit 33,1 dz/ha und vom Versuch Nr. 3 mit 28,4 dz/ha.

Auch in der Düngungs-Variante D_4 erzielten die beiden Herkünfte *Salix x smithiana* vom Versuch Gammelsbach Nr. 2 mit 162,9 dz/ha ATM und Gammelsbach Nr. 3 mit 94,6 dz/ha ATM die mit Abstand höchsten Gesamt-Erträge, gefolgt wiederum von den beiden Herkünften *Prunus serotina* vom Versuch Nr. 3 mit 85,2 dz/ha ATM und vom Versuch Nr. 2 mit 82,6 dz/ha ATM. Über dem Versuchsmittel der D_4 -Variante (53,9 dz/ha ATM) liegt noch *Prunus mahaleb* mit 64,6 dz/ha ATM, während dieses von den übrigen Gehölzarten nicht erreicht wird. Die weitaus niedrigsten Gesamt-Trockenmasse-Erträge weisen *Viburnum opulus* mit 14,8 dz/ha, *Cornus sanguinea* mit 17,9 dz/ha, *Euonymus europaeus* mit 18,4 dz/ha und *Salix daphnoides* mit 27,9 dz/ha auf.

Übereinstimmend hat die hohe Stickstoff-Düngung bei allen untersuchten-Gehölzarten signifikant höhere Gesamt-Trockenmasse-Erträge erbracht. Die größten Ertragssteigerungen sind dabei von *Sambucus racemosa* (auf das Fünffache), *Euonymus europaeus* und *Cornus sanguinea* (auf das knapp Vierfache), *Ligustrum vulgare* und *Prunus serotina* vom Versuch

Gammelsbach Nr. 3 (auf das Dreifache) sowie von *Acer campestre*, *Prunus mahaleb* und *Prunus serotina* vom Versuch Gammelsbach Nr. 2 (jeweils auf das Zweieinhalbfache gesteigert) erzielt worden. Die vergleichsweise geringsten Steigerungen der Gesamt-Trockenmasse-Erträge (auf knapp das Doppelte) wurden bei *Viburnum opulus* und *Salix purpurea* festgestellt.

Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten ergibt sich für die Gesamt-Trockenmasse-Erträge der einzelnen Arten, daß zwischen den Erträgen von *Viburnum opulus* (11,3 dz/ha), *Cornus sanguinea* (11,4 dz/ha) und *Euonymus europaeus* (11,8 dz/ha) keine signifikanten Unterschiede bestehen. Ebenso bestehen zwischen den Erträgen von *Salix daphnoides* (20,3 dz/ha), *Ribes nigrum* (22,5 dz/ha), *Acer campestre* (23,0 dz/ha) und *Ligustrum vulgare* (23,8 dz/ha) keine signifikanten Unterschiede. Einen signifikant höheren Gesamt-Trockenmasse-Ertrag weist dagegen *Sambucus racemosa* mit 29,7 dz/ha auf. Einer dritten Gruppe, deren Erträge keine signifikanten Unterschiede aufweisen, gehören *Salix purpurea* mit 34,4 dz/ha und *Cornus alba* mit 34,7 dz/ha an. Einen wiederum signifikant höheren Gesamt-Ertrag weist *Prunus mahaleb* mit 45,1 dz/ha ATM auf. Noch höher liegen die Erträge von *Prunus serotina* aus dem Versuch Gammelsbach Nr. 3 mit 56,8 dz/ha ATM bzw. Versuch Gammelsbach Nr. 2 mit 57,9 dz/ha ATM. Der Unterschied dieser beiden Erträge ist wiederum nicht signifikant. Dagegen ist der Ertragsunterschied der von zwei verschiedenen Baumschulen bezogenen Art *Salix x smithiana* signifikant. Alle sonst zwischen den Arten aufgetretenen Unterschiede sind signifikant.

Die varianzanalytisch nicht mit verrechneten Gesamt-Trockenmasse-Erträge von *Rhus hirta* des Versuches Beuern erhöhten sich im Jahre 1970 in der D_4 -Variante auf das Doppelte, im Jahre 1971 auf knapp das Doppelte. Dagegen ist vom 1. zum 2. Versuchsjahr in der D_1 -Variante eine Ertragssteigerung auf das Fünfeinhalbfache, in der D_4 -Variante eine solche auf das Fünffache festgestellt worden. Im Mittel der beiden Dün-

gungs-Varianten betragen die Gesamt-Trockenmasse-Erträge im Jahre 1970 8,6 dz/ha, im darauffolgenden Jahr 41,6 dz/ha, woran sich zeigt, daß diese Gehölzart im Jahre ihrer Anpflanzung die volle Leistungsfähigkeit bei weitem noch nicht erreicht hatte.

Knospen-Trockenmasse-Erträge

Für die vier Knospen-Trockenmasse-Erträge ergibt sich im Mittel der Düngungs-Variante D_1 ein Ertrag von 1,4 dz/ha; derselbe beträgt in der Düngungs-Variante D_4 3,5 dz/ha, wobei die Differenz zwischen den Mitteln der Düngungs-Varianten ebenso signifikant ist, wie alle sonst auftretenden Ertragsunterschiede.

Die mit Abstand höchsten Knospen-Trockenmasse-Erträge erbrachte sowohl in der D_1 - als auch in der D_4 -Variante *Salix x smithiana* mit 3,9 dz/ha bzw. 10,0 dz/ha. Bei einem relativ niedrigen Ertragsniveau liegen die übrigen Knospen-Erträge in der Düngungs-Variante D_1 zwischen 0,2 dz/ha ATM (*Viburnum opulus*) und 0,9 dz/ha ATM (*Salix purpurea*) und in der Düngungs-Variante D_4 zwischen 0,4 dz/ha ATM (*Viburnum opulus*) und 2,3 dz/ha ATM (*Salix purpurea*).

Bei Betrachtung der Einzelwerte ergibt sich in der D_4 -Variante ein deutlicher Ertragsanstieg auf mehr als das Zweieinhalbfache bei *Salix x smithiana* und *Salix purpurea* sowie auf das Dreifache bei *Ribes nigrum* und *Viburnum opulus*.

Die statistisch nicht verrechneten Blatt-Trockenmasse-Erträge von *Ligustrum vulgare* liegen in beiden Düngungs-Varianten deutlich über den jeweiligen Mitteln der vorher beschriebenen Knospen-Trockenmasse-Erträge. Durch die hohe N-Düngung haben sich die Blatt-Erträge verdreifacht.

Bei *Prunus serotina* und *Salix x smithiana* vom Versuch Gammelsbach Nr. 3 sind keine Trockenmasse-Erträge der einzelnen Komponenten Rinde und Holz festgestellt worden, weshalb im folgenden lediglich 13 Rinden- und Holz-Trockenmasse-Erträge beschrieben werden.

Rinden-Trockenmasse-Erträge

Für die 13 Rinden-Trockenmasse-Erträge ergibt sich im Mittel der Düngungs-Variante D_1 ein Ertrag von 7,1 dz/ha, für die Düngungs-Variante D_4 ein signifikant höherer von 18,4 dz/ha.

In der D_1 -Variante schwanken die Rinden-Trockenmasse-Erträge zwischen 1,5 dz/ha und 30,2 dz/ha. Bei Betrachtung der Einzelwerte erbrachten *Euonymus europaeus* mit 1,5 dz/ha, *Cornus sanguinea* mit 1,7 dz/ha und *Viburnum opulus* mit 2,7 dz/ha die mit Abstand niedrigsten Rinden-Erträge, gefolgt von *Acer campestre* und *Ligustrum vulgare* mit jeweils 3,8 dz/ha ATM sowie *Sambucus racemosa* mit 3,9 dz/ha ATM. Unter dem Versuchsmittel liegen außerdem *Ribes nigrum* mit 5,7 dz/ha ATM und *Salix daphnoides* mit 6,3 dz/ha ATM. Den weitaus höchsten Rinden-Trockenmasse-Ertrag aller untersuchten Gehölzarten weist *Salix x smithiana* mit 30,2 dz/ha auf. An zweiter Stelle rangiert *Prunus serotina* mit 12,1 dz/ha ATM, gefolgt von *Salix purpurea* mit 8,9 dz/ha ATM, *Cornus alba* mit 8,3 dz/ha ATM und *Prunus mahaleb* mit 8,2 dz/ha ATM.

In der Düngungs-Variante D_4 liegen *Viburnum opulus* mit 5,6 dz/ha ATM, *Euonymus europaeus* mit 5,9 dz/ha ATM, *Cornus sanguinea* mit 6,7 dz/ha ATM, *Acer campestre* mit 9,7 dz/ha ATM, *Ligustrum vulgare* mit 10,0 dz/ha ATM und *Ribes nigrum* mit 11,8 dz/ha ATM am weitesten unter dem Versuchsmittel der Rinden-Trockenmasse-Erträge. Die mit Abstand höchsten Rinden-Erträge weisen *Salix x smithiana* mit 61,1 dz/ha ATM und *Prunus serotina* mit 33,3 dz/ha ATM auf. Auch *Prunus mahaleb* mit 23,2 dz/ha, *Sambucus racemosa* mit 21,0 dz/ha und *Cornus alba* mit 19,2 dz/ha erbrachten über dem Versuchsmittel liegende Rinden-Trockenmasse-Erträge.

Den stärksten Zuwachs an Rinden-Trockenmasse-Erträgen hat die hohe N-Düngung bei *Sambucus racemosa* mit einer Steigerung auf mehr als das Fünffache, bei *Euonymus europaeus* und *Cornus sanguinea* mit einer jeweiligen Steigerung auf fast das Vierfache und bei beiden *Prunus*-Arten

mit Steigerungen auf das Dreifache bewirkt. Die Rinden-Trockenmasse-Erträge von *Acer campestre* und *Ligustrum vulgare* erhöhen sich in der D_4 -Variante auf das Zweieinhalbfache; diejenigen der übrigen vom Standort Gammelsbach geprüften Gehölzarten auf das Doppelte.

Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten ergibt sich für die Rinden-Trockenmasse-Erträge, daß zwischen den Erträgen von *Euonymus europaeus* (3,7 dz/ha), *Viburnum opulus* und *Cornus sanguinea* (jeweils 4,2 dz/ha), zwischen den Erträgen von *Acer campestre* (6,8 dz/ha) und *Ligustrum vulgare* (6,9 dz/ha) und denjenigen von *Sambucus racemosa* (12,5 dz/ha) sowie *Salix purpurea* (12,8 dz/ha) keine signifikanten Unterschiede auftreten. Alle sonst zwischen den Arten aufgetretenen Unterschiede sind signifikant.

Bei *Rhus hirta* hat die Volldüngung im 1. Versuchsjahr einen zweieinhalbmal höheren, im 2. Versuchsjahr einen doppelt so hohen Rinden-Trockenmasse-Ertrag bewirkt. Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten beträgt der Rinden-Trockenmasse-Ertrag im Jahre 1970 4,4 dz/ha, im Jahre 1971 21,6 dz/ha, was einer Ertragssteigerung auf knapp das Fünffache entspricht.

Holz-Trockenmasse-Erträge

Die 13 Holz-Trockenmasse-Erträge zeigen im Mittel für die Düngungs-Variante D_1 einen Ertrag von 12,3 dz/ha, für die Düngungs-Variante D_4 einen signifikant höheren von 27,9 dz/ha. Die mit Abstand niedrigsten Holz-Trockenmasse-Erträge sind in der Düngungs-Variante D_1 von *Cornus sanguinea* mit 3,1 dz/ha, *Euonymus europaeus* mit 3,7 dz/ha, *Viburnum opulus* mit 4,8 dz/ha und *Ligustrum vulgare* mit 4,9 dz/ha erbracht worden. Unter dem Versuchsdurchschnitt der D_1 -Variante liegen ferner *Sambucus racemosa* mit 5,9 dz/ha ATM, *Salix daphnoides* mit 6,3 dz/ha ATM, *Ribes nigrum* mit 8,6 dz/ha ATM und *Acer campestre* mit 9,7 dz/ha ATM. Die weitaus höchsten Holz-Trockenmasse-Erträge sind bei *Salix x smithiana* mit 46,8 dz/ha festgestellt worden, gefolgt von

Prunus serotina mit 21,0 dz/ha, *Prunus mahaleb* mit 17,4 dz/ha, *Salix purpurea* mit 14,5 dz/ha und *Cornus alba* mit 13,7 dz/ha.

In der Düngungs-Variante D₄ erbrachte *Viburnum opulus* mit 8,6 dz/ha ATM den niedrigsten Holz-Ertrag. Der mit Abstand höchste Ertrag wurde wiederum bei *Salix x smithiana* mit 91,8 dz/ha ATM festgestellt, gefolgt von *Prunus serotina* mit 49,3 dz/ha ATM und *Prunus mahaleb* mit 41,4 dz/ha ATM. Beim Versuchsmittel liegen *Sambucus racemosa* mit 28,5 dz/ha und *Cornus alba* mit 28,2 dz/ha ATM, knapp darunter *Salix purpurea* mit 25,5 dz/ha ATM. Alle übrigen vom Standort Gammelsbach untersuchten Gehölzarten blieben weit unter diesem Versuchsmittel.

Übereinstimmend hat die hohe N-Düngung bei allen Gehölzarten signifikant höhere Holz-Erträge erbracht. Die größten Ertragssteigerungen sind von *Sambucus racemosa* auf das knapp Fünffache, *Euonymus europaeus* und *Cornus sanguinea* auf das gut Dreifache und *Ligustrum vulgare* sowie *Prunus mahaleb* auf das Zweieinhalbfache erzielt worden. Die Holz-Erträge der übrigen Gehölzarten haben sich in etwa verdoppelt.

Im Mittel der Düngungs-Varianten ergibt sich für die Holz-Erträge, daß bis auf den Unterschied zwischen *Viburnum opulus* (6,7 dz/ha ATM) und *Cornus sanguinea* (7,2 dz/ha ATM) alle sonst auftretenden Ertragsunterschiede signifikant sind.

Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten betragen die varianzanalytisch nicht mit verrechneten Holz-Erträge von *Rhus hirta* für das Jahr 1970 4,2 dz/ha ATM, für das darauffolgende Jahr 20,0 dz/ha, was einer Ertragssteigerung auf knapp das Fünffache entspricht.

5.4. Organische Inhaltsstoffe

Entsprechend der Problemstellung sind die Gehölzarten auf ihre Gehalte an Rohfaser sowie Rohprotein und dessen Verdaulichkeit in Abhängigkeit von der Stickstoff-Düngung geprüft worden. Dazu wurden die feingemahlen und absolut trockenen Substanzen der Triebanteile Knospen und Blätter - sofern vorhanden -, Rinde und Holz in je drei Parallelen getrennt untersucht und entsprechend ihrer prozentualen Anteile an der Gesamtmasse auf diese umgerechnet. Zur Kontrolle gelangte auch eine Probe des Gesamt-Triebes zur Untersuchung.

Zur Ermittlung der rohfaserfreien Erträge und der Rohprotein-Erträge wurden die Analysenwerte mit den entsprechenden Trockenmasse-Erträgen verrechnet. Da in Ermangelung ausreichenden Knospenmaterials eine Mischprobe aus jeweils allen vier Wiederholungen zur Analyse kam, ist bei den Knospen auf eine varianzanalytische Verrechnung verzichtet worden.

Rhus hirta der Versuchsanlage Beuern ist lediglich in zwei Wiederholungen angepflanzt und zudem als einzige Gehölzart des Versuches geerntet und analysiert worden. Eine varianzanalytische Verrechnung konnte deshalb nicht erfolgen.

5.4.1. Rohfasergehalte

Die Rohfasergehalte der absoluten Trockenmasse (ATM) sind in Tabelle 10 zusammengestellt. Für die einzelnen Gehölzarten ergeben sich, wie aus Tabelle 10 hervorgeht, unterschiedliche Gehalte an Rohfaser. Sie schwanken in den Gesamt-Trieben zwischen 22,15 % bei *Ligustrum vulgare* (D_4) und 39,61 % bei *Acer campestre* (D_1), in der Knospenfraktion zwischen 17,06 % bei *Viburnum opulus* (D_4) und 24,31 % bei *Salix x smithiana* (D_1), in der Rindenfraktion zwischen 18,40 % bei *Ligustrum vulgare* (D_4) und 28,26 % bei *Prunus mahaleb* (D_1) sowie in der Holzfraktion zwischen 35,56 % bei *Ligustrum vulgare* (D_4) und 46,37 % bei *Salix x smithiana* (D_1).

Tab. 10: Einfluß der N-Düngung auf die Rohfasergehalte (%) verschiedener Verbißgehölze

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	34,97	33,57	34,27	17,11	16,77	16,94	26,50	25,02	25,76	41,39	40,54	40,96
2 - Acer campestre	39,61	38,19	38,90				26,17	25,54	25,85	44,85	43,56	44,20
3 - Euonymus europ.	35,25	32,78	34,01				25,03	23,45	24,24	39,41	37,16	38,28
4 - Ligustrum vulgare	24,18	22,15	23,16	*	12,78*	10,92*	19,60	18,40	19,00	37,02	35,56	36,29
5 - Prunus mahaleb	37,16	35,42	36,29				28,26	26,62	27,44	41,38	40,33	40,85
6 - Prunus serotina	36,93	34,70	35,81				26,96	25,66	26,31	42,67	40,82	41,74
7 - Sambucus racemosa	35,66	34,20	34,93				26,22	25,36	25,79	41,92	40,71	41,31
8 - Viburnum opulus	34,84	32,47	33,65	18,98	17,06	18,02	24,63	23,41	24,02	41,47	39,55	40,51
9 - Salix x smithiana	38,20	37,03	37,61	24,31	23,60	23,95	27,37	26,27	26,82	46,37	45,65	46,01
10 - Cornus alba	31,79	29,69	30,74				20,91	18,95	19,93	38,34	36,99	37,66
11 - Cornus sanguinea	32,15	30,41	31,27				20,36	18,61	19,48	38,40	37,47	37,93
12 - Salix purpurea	35,80	33,72	34,76	20,79	19,96	20,37	24,80	23,20	24,00	43,47	41,83	42,65
13 - Salix daphno.	31,08	29,62	30,35				19,96	19,10	19,53	42,50	41,77	42,13
Mittel	34,43	32,61	33,51	20,29	19,34	19,82	24,37	23,04	23,70	41,47	40,14	40,80
GD 5% WW	A/D	1,15						1,22			1,06	
GD 5% Art	Art	0,72						0,68			0,75	
GD 5% Düng.	Düng.	0,32						0,34			0,30	
14 - Rhus hirta 1970		30,21	27,61				23,08	20,64		37,06	35,15	
15 - Rhus hirta 1971		33,88	31,75				26,00	25,17		41,63	39,22	

Bei Betrachtung der Einzelwerte kann festgestellt werden, daß die Knospen, Blätter und - mit einer Ausnahme (*Prunus mahaleb*, Düngungs-Variante D_1) - auch die Rinden sämtlich unter dem für Haustierwiederkäuer geltenden Grenzwert von 28 % Rohfaser liegen.

Von den untersuchten Gehölzarten sind *Acer campestre*, *Salix x smithiana*, *Prunus mahaleb* und *Prunus serotina* besonders rohfasereich und umgekehrt *Ligustrum vulgare*, *Salix daphnoides*, *Cornus alba* und *Cornus sanguinea* relativ rohfaserarmer.

An dem vorliegenden Pflanzenmaterial ist, wie aus Tabelle 10 weiter hervorgeht, sowohl an den Einzelwerten als auch an den jeweiligen Versuchsmitteln ein Einfluß der hohen N-Düngung erkennbar. Vergleicht man die Mittelwerte der Arten-Varianten der Versuche Gammelsbach Nr. 2 und 3, so ergibt sich für die Düngungs-Variante D_1 ein Rohfasergehalt der Gesamtsubstanz von 34,43 % gegenüber einem solchen von 32,61 % in der Düngungs-Variante D_4 . Unverkennbar ist der Einfluß der N-Düngung auf die Rohfasergehalte der Rinde, wenn im Mittel der Düngungs-Variante D_4 mit 23,04 % gegenüber 24,37 % der Düngungs-Variante D_1 ein niedrigerer Rohfasergehalt festgestellt wurde. Eine leichte Senkung des Rohfasergehaltes erbrachte auch das Mittel der Düngungs-Variante D_4 beim Holz mit 40,14 % gegenüber 41,47 % der Düngungs-Variante D_1 .

Die zwischen den Mitteln der beiden Düngungs-Varianten auftretenden Unterschiede der Rohfasergehalte sind signifikant. Das gilt für die zwischen den Varianten D_1 und D_4 aufgetretene Differenz der Gesamt- und Einzelwerte Rinde und Holz. Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten konnten in den Rohfasergehalten der Gesamtsubstanz keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden bei den Arten: *Salix daphnoides* (30,35 %) und *Cornus alba* (30,74 %), bzw. *Cornus alba* (30,74 %) und *Cornus sanguinea* (31,27 %), bzw. *Viburnum opulus* (33,65 %), *Euonymus europaeus* (34,01 %) und *Ribes nigrum* (34,27 %), bzw. *Ribes nigrum*

(34,27 %), *Salix purpurea* (34,76 %) und *Sambucus racemosa* (34,93 %), bzw. *Prunus serotina* (35,81 %) und *Prunus mahaleb* (36,29 %). Alle sonst zwischen den einzelnen Arten bestehenden Differenzen sind signifikant.

Bei den varianzanalytisch nicht verrechneten Knospen und Blättern konnte in der D_4 -Variante die gleiche Tendenz wie bei Rinde und Holz beobachtet werden: Durch die hohe N-Düngung wurde der Rohfasergehalt leicht gesenkt.

Für die Knospen ergibt sich im Mittel der Düngungs-Variante D_1 ein Rohfasergehalt von 20,29 %, der in der Düngungs-Variante D_4 um knapp 8 % auf 19,34 % gesenkt werden konnte.

Noch deutlicher ist der Einfluß der N-Düngung auf die Blätter von *Ligustrum vulgare*, bei denen eine Abnahme des Rohfasergehaltes von 12,78 % in der D_1 -Variante auf 10,92 % in der D_4 -Variante festgestellt wurde.

Obwohl die von der Versuchsfläche Beuern stammenden Proben von *Rhus hirta* nicht statistisch verrechnet worden sind, über die Signifikanz also nichts gesagt werden kann, ist wiederum die gleiche Tendenz wie bei den vorangegangenen Gehölzarten zu beobachten: Die Rohfasergehalte werden durch die N-Düngung in beiden Fraktionen Rinde und Holz leicht gesenkt.

5.4.2. Rohproteingehalte

Die Rohproteingehalte der ATM sind in Tabelle 11 zusammengestellt. Danach zeigt sich, daß in den einzelnen Gehölzarten die Rohproteingehalte größeren Schwankungen unterliegen. Bei Betrachtung der Versuchsmittel weisen in der D_1 -Variante zwar die Knospen mit 10,24 % einen vergleichsweise höheren Rohproteingehalt als die Rinden mit einem Gehalt von 9,87 % auf, jedoch ist der Abstand nicht so groß, wie zunächst angenommen wurde. Das gleiche trifft für die Blätter von *Ligustrum*

vulgare zu, deren Rohproteingehalt von den Rinden der anderen Gehölzarten erreicht oder übertroffen werden konnte.

Die mit Abstand höchsten Rohproteingehalte weisen in der Düngungs-Variante D_1 die Rinden von *Euonymus europaeus* mit 14,08 %, die Knospen von *Salix purpurea* mit 13,93 % und die Rinden von *Sambucus racemosa* mit 13,53 % auf. Recht gute Werte erreichen in der D_1 -Variante auch die Rinden von *Prunus serotina* mit 11,69 % und von *Salix daphnoides* mit 11,38 %, die Blätter von *Ligustrum vulgare* mit 11,34 %, die Rinden von *Cornus sanguinea* mit 11,23 % und von *Salix purpurea* mit 11,00 % sowie die Knospen von *Salix x smithiana* mit 11,04 % Rohprotein. Die niedrigsten Rohproteingehalte erbrachten in der Knospenfraktion *Ribes nigrum* (7,00 %) und in der Rindenfraktion *Cornus alba* (6,46 %), *Viburnum opulus* (6,93 %) und *Ribes nigrum* (6,99 %).

In der Holzsubstanz wurden in der D_1 -Variante Rohproteingehalte zwischen 2,41 % (*Prunus mahaleb*) und 4,72 % (*Salix x smithiana*) gefunden. Mit ihren Rohproteingehalten über dem Versuchsmittel (3,53 %) liegen außer *Salix x smithiana* *Euonymus europaeus* mit 4,42 %, *Salix daphnoides* mit 4,30 %, *Cornus sanguinea* mit 3,90 %, *Salix purpurea* mit 3,84 % und *Ribes nigrum* 3,70 %. Knapp unter dem Versuchsmittel rangieren *Prunus serotina* und *Cornus alba* mit jeweils 3,45 % Rohprotein.

Durch die N-Düngung konnten die Rohproteingehalte der Gehölzarten zum größten Teil erheblich gesteigert werden. Bei einem Vergleich der Mittel der Arten in den Versuchen Gammelsbach Nr. 2 und 3 ergibt sich für die Düngungs-Variante D_1 ein Rohproteingehalt der Gesamtsubstanz von 6,08 % gegenüber einem solchen von 7,51 % in der Düngungs-Variante D_4 , was einer Steigerung um 24 % entspricht. Im Mittel stieg der Rohprotein-Gehalt der Rinde von 9,87 % auf 11,75 % in der D_4 -Variante, während beim Holz eine durchschnittliche Erhöhung des Rohproteingehaltes von 3,53 % in der Düngungs-Variante D_1 auf 4,29 % in der Düngungs-Variante D_4 festgestellt wurde.

Die mit Abstand höchsten Rohproteingehalte in der Düngungs-Variante D_4 weisen die Rinden von *Sambucus racemosa* mit 16,24 %, *Euonymus europaeus* mit 16,14 % und *Prunus serotina* mit 15,87 % auf, gefolgt von den Rohproteingehalten der Knospen von *Salix purpurea* mit 14,99 %, der Blätter von *Ligustrum vulgare* mit 13,57 % und der Rinden von *Cornus sanguinea* mit 12,15 %, *Salix purpurea* mit 12,11 % sowie der Knospen von *Salix x smithiana* mit 12,06 %. Wie in der Düngungs-Variante D_1 weisen auch in der Düngungs-Variante D_4 in der Knospenfraktion *Ribes nigrum* (7,49 %) und in der Rindenfraktion *Cornus alba* (8,13 %), *Viburnum opulus* (8,56 %) und *Prunus mahaleb* (8,63 %) die niedrigsten Rohproteingehalte auf.

In der Holzfraktion ist durch die hohe N-Düngung eine durchschnittliche Steigerung der Rohproteingehalte um 20 % erzielt worden. Besonders stark hat sich dabei die N-Düngung bei *Ribes nigrum*, *Ligustrum vulgare*, *Acer campestre*, *Euonymus europaeus* und *Sambucus racemosa* ausgewirkt.

Die zwischen den Mitteln der beiden Düngungs-Varianten auftretenden Unterschiede der Rohproteingehalte sind - ausgenommen die varianz-analytisch nicht verrechneten Knospen und Blätter - in allen Fällen signifikant. Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten ergibt sich für die Gesamt-Rohproteingehalte der einzelnen Arten, daß zwischen den Rohprotein-Gehalten von *Salix purpurea* (7,32 %) und *Salix x smithiana* (7,39 %), bzw. *Salix x smithiana* (7,39 %) und *Prunus serotina* (7,67 %), bzw. *Prunus serotina* (7,67 %), *Ligustrum vulgare* (7,80 %) und *Sambucus racemosa* (7,87 %), bzw. *Ligustrum vulgare* (7,80 %), *Sambucus racemosa* (8,09 %) keine signifikanten Unterschiede bestehen. Alle sonst zwischen den Arten aufgetretenen Unterschiede sind signifikant.

Insgesamt gesehen können *Salix daphnoides*, *Euonymus europaeus*, *Sambucus racemosa*, *Prunus serotina* (D_4) und *Ligustrum vulgare* in der Gruppe der besten Rohprotein-Träger und *Prunus mahaleb*, *Viburnum opulus*, *Cornus alba*, *Ribes nigrum* und *Acer campestre* in der Gruppe

jener Arten mit den niedrigsten Rohproteingehalten zusammengefaßt werden.

Bei Rhus hirta vom Versuch Beuern zeigte sich in der Tendenz die gleiche Wirkung der (Voll-) Düngung wie bei den anderen Gehölzarten. Im 1. Versuchsjahr wurde der Rohproteingehalt in der D_4 -Variante gegenüber der D_1 -Variante um 15 %, im 2. Versuchsjahr um 38 % erhöht. Somit kann diese Gehölzart, verglichen mit den Arten der Versuche Gammelsbach, als relativ guter Rohprotein-Träger gelten.

Die Rohprotein- und Rohfasergehalte verändern sich, wie die Untersuchungen gezeigt haben, bei hoher N-Düngung gegenläufig, das heißt: bei steigendem Rohproteingehalt verringert sich, wenn auch nur leicht, der Rohfasergehalt. Um die Zusammenhänge der wechselseitigen Beziehungen von Rohfaser und Rohprotein zu erkennen, sind die rohfasernfreien Erträge und Rohprotein-Erträge errechnet worden. In Tabelle 12 sind die rohfasernfreien Erträge, in Tabelle 13 die Rohprotein-Erträge wiedergegeben.

5.4.3. Rohfaserfreie Erträge

Wie aus Tabelle 12 hervorgeht, konnte der Anteil an rohfasernfreier Pflanzensubstanz durch die hohe N-Düngung wesentlich erhöht werden, wenngleich die erzielten Mehrerträge bei den Gehölzarten und zwischen deren einzelnen Fraktionen großen Schwankungen unterliegen.

Im Mittel der 13 Arten in den Versuchen Gammelsbach ergibt sich für die Düngungs-Variante D_1 ein rohfasernfreier Ertrag der Gesamtsubstanz von 13,1 dz/ha ATM und für die Düngungs-Variante D_4 ein solcher von 32,0 dz/ha ATM, was einer Erhöhung auf das fast Zweieinhalbfache gleich kommt. Für die 4 Knospen-Erträge ergibt sich im Mittel der Düngungs-Variante D_1 ein rohfasernfreier Ertrag von 1,0 dz/ha ATM gegenüber 2,7 dz/ha ATM der Düngungs-Variante D_4 , das heißt, es wurde ein gut zweieinhalbmals so hoher Ertrag erzielt. Die rohfasernfreien

Tab. 12: Einfluß der N-Düngung auf die rohfaserfreien Erträge (in dz/ha) verschiedener Verblägehölzarten

Arten	Gesamt		Knospen (*Blätter)		Rinde		Holz	
	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄
1 - Ribes nigrum	9,5	20,2	0,3	1,0	4,2	8,9	5,0	10,3
2 - Acer campestre	8,1	20,1			2,8	7,2	5,3	12,9
3 - Euonymus europaeus	3,3	12,4			1,1	4,5	2,2	7,9
4 - Ligustrum vulgare	9,6	28,2	* 3,5	* 11,7	3,0	8,2	3,1	8,3
5 - Prunus mahaleb	16,1	41,7			5,9	17,0	10,2	24,7
6 - Prunus serotina	20,8	53,9			8,8	24,8	12,0	29,1
7 - Sambucus racemosa	6,3	32,5			2,9	15,6	3,4	16,9
8 - Viburnum opulus	5,1	10,0	0,2	0,5	2,1	4,3	2,8	5,2
9 - Salix x smithiana	49,9	102,5	2,9	7,6	21,9	45,0	25,1	49,9
10 - Cornus alba	14,9	33,3			6,5	15,5	8,4	17,8
11 - Cornus sanguinea	3,2	12,5			1,3	5,5	1,9	7,0
12 - Salix purpurea	15,6	29,4	0,7	1,8	6,7	12,8	8,2	14,8
13 - Salix daphnoides	8,7	19,7			5,1	12,1	3,6	7,6
Mittel	13,1	32,0	1,0	2,7	5,0	13,9	7,0	16,4
14 - Rhus hirta 1970	3,7	8,6			2,0	4,9	1,7	3,7
15 - Rhus hirta 1971	19,2	36,9			10,7	21,5	8,5	15,4

Erträge der Blätter von *Ligustrum vulgare* wurden mit 3,5 dz/ha ATM in der D_1 -Variante gegenüber 11,7 dz/ha ATM in der D_4 -Variante gut verdreifacht.

Im Mittel stieg der rohfaserfreie Ertrag der Rinde von 5,0 dz/ha ATM in der Düngungs-Variante D_1 auf fast das Dreifache (13,9 dz/ha ATM) in der Düngungs-Variante D_4 , während im Mittel der Holzfraktion eine Erhöhung auf gut das Doppelte von 7,0 dz/ha ATM in der D_1 -Variante auf 16,4 dz/ha ATM in der D_4 -Variante festgestellt wurde.

Bei *Rhus hirta* erhöhte sich der rohfaserfreie Ertrag in der 1. Versuchsperiode einheitlich auf gut das Doppelte, in der 2. auf knapp das Doppelte.

5.4.4. Rohprotein-Erträge

Wie aus Tabelle 13 hervorgeht, zeigt sich für die einzelnen Fraktionen Knospen, Blätter, Rinde und Holz wie für die Gesamtsubstanz hinsichtlich eines Ertragszuwachses zwischen beiden Düngungs-Varianten D_1 und D_4 in etwa die gleiche Relation: Die Rohprotein-Erträge haben sich in der Gesamtsubstanz, in den Knospen und im Holz knapp und bei den Blättern gut verdreifacht; in der Rinde hat sich der Ertrag an Rohprotein verdreifacht.

Im Mittel der 13 Arten in den Versuchen Gammelsbach ergibt sich für die Düngungs-Variante D_1 ein Gesamt-Ertrag an Rohprotein von 1,26 dz/ha ATM gegenüber einem solchen in der Düngungs-Variante D_4 von 3,65 dz/ha ATM.

Für die 4 Knospen-Erträge ergibt sich im Mittel der D_1 -Variante ein Rohprotein-Ertrag von 0,15 dz/ha ATM, derselbe beträgt in der D_4 -Variante 0,43 dz/ha ATM.

Die Rohprotein-Erträge der Blätter von *Ligustrum vulgare* haben sich von 0,45 dz/ha ATM in der D_1 -Variante auf 1,63 dz/ha in der D_4 -Variante erhöht.

Tab. 13: Einfluß der N-Düngung auf die Rohprotein-Erträge (i. dz/ha ATM) verschiedener Verbißgehölzarten

Arten	Gesamt		Knospen (*Blätter)		Rinde		Holz	
	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄
1 - Ribes nigrum	0,75	2,26	0,03	0,09	0,40	1,14	0,32	1,03
2 - Acer campestre	0,70	2,07			0,38	1,14	0,32	0,93
3 - Euonymus europaeus	0,38	1,64		*	0,21	0,95	0,17	0,69
4 - Ligustrum vulgare	0,88	3,00	* 0,45	1,63	0,30	0,92	0,13	0,45
5 - Prunus mahaleb	1,03	3,15			0,61	2,00	0,42	1,15
6 - Prunus serotina	2,13	7,32			1,41	5,28	0,72	2,04
7 - Sambucus racemosa	0,68	4,35			0,53	3,40	0,15	0,95
8 - Viburnum opulus	0,36	0,89	0,02	0,07	0,19	0,48	0,15	0,34
9 - Salix x smithiana	5,53	12,94	0,43	1,21	2,89	6,85	2,21	4,88
10 - Cornus alba	1,00	2,61			0,53	1,56	0,47	1,05
11 - Cornus sanguinea	0,31	1,30			0,19	0,82	0,12	0,48
12 - Salix purpurea	1,66	3,47	0,12	0,34	0,98	2,02	0,56	1,11
13 - Salix daphnoides	0,99	2,55			0,72	1,92	0,27	0,63
Mittel	1,26	3,65	0,15	0,43	0,71	2,19	0,46	1,21
14 - Rhus hirta 1970	0,37	0,92			0,28	0,72	0,09	0,20
15 - Rhus hirta 1971	1,74	4,47			1,27	3,51	0,47	0,96

Im Mittel der 13 Arten ergibt sich für die Rinde in der Düngungs-Variante D_1 ein Rohprotein-Ertrag von 0,71 dz/ha ATM gegenüber einem solchen von 2,19 dz/ha ATM in der Düngungs-Variante D_4 . Für die Komponente Holz wurden im Mittel der 13 auf dem Standort Gammelsbach gewachsenen Arten in der Düngungs-Variante D_1 0,46 dz/ha ATM, in der Düngungs-Variante D_4 1,21 dz/ha ATM festgestellt.

Bei Rhus hirta erhöhte sich der Rohprotein-Ertrag der Gesamtsubstanz im 1. Versuchsjahr von 0,37 dz/ha ATM auf 0,92 dz/ha ATM, im 2. Versuchsjahr von 1,74 dz/ha ATM auf 4,47 dz/ha ATM, was einer jeweiligen Steigerung auf das Zweieinhalbfache entspricht.

Die Rohprotein-Erträge zeigen noch deutlicher als die Trockenmasse (ATM-)Erträge die günstige Wirkung der hohen N-Düngung an. Vergleicht man die Versuchsmittel der ATM- und Rohprotein-Erträge, so ergibt sich, daß die ATM-Erträge in der Gesamtsubstanz der D_4 -Variante auf knapp das Zweieinhalbfache, dagegen die Rohprotein-Erträge auf knapp das Dreifache gesteigert werden konnten. Ähnlich verhält es sich mit den Erträgen der einzelnen Komponenten: Einer ATM-Ertragssteigerung auf das Dreifache steht bei den Blättern eine Erhöhung der Rohprotein-Erträge auf gut das Dreifache gegenüber. Bei den Knospen, Rinden und Hölzern, bei denen die hohe N-Düngung eine ATM-Ertragssteigerung auf das Zweieinhalbfache bewirkte, sind die Rohprotein-Erträge auf knapp das Dreifache (Knospen, Holz) bzw. auf das Dreifache (Rinde) gestiegen.

Aus den Tabellen 12 und 13 geht hervor, daß von *Salix x smithiana*, *Prunus serotina*, *Prunus mahaleb*, *Salix purpurea* und *Cornus alba* die höchsten rohfasernfreien Erträge und die höchsten Rohprotein-Erträge erzielt worden sind und umgekehrt von *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus* und *Viburnum opulus* die niedrigsten.

Den größten Ertragszuwachs zeigten sowohl bei den rohfasernfreien Erträgen als auch bei den Rohprotein-Erträgen *Sambucus racemosa*, *Cornus*

sanguinea, *Euonymus europaeus* und *Ligustrum vulgare*:

In der D_4 -Variante wurden gegenüber der D_1 -Variante die rohfaserfreien Erträge bei *Sambucus racemosa* gut vervielfacht, bei *Cornus sanguinea* vervierfacht, bei *Euonymus europaeus* knapp vervierfacht und bei *Ligustrum vulgare* knapp verdreifacht.

Die Rohprotein-Erträge zeigten sich in der D_4 -Variante bei *Sambucus racemosa* auf gut das Sechsfache, bei *Cornus sanguinea* auf das Viereinhalbfache, bei *Euonymus europaeus* auf das Vierfache und bei *Ligustrum vulgare* auf das Dreifache erhöht.

5.4.5. Verdaulichkeit des Rohproteins

In Tabelle 14 sind die Rohproteingehalte und die Gehalte an verdaulichem Rohprotein in der ATM sowie die daraus errechneten Verdaulichkeitswerte des Rohproteins wiedergegeben. Danach liegt die Verdaulichkeit des Rohproteins bei den meisten der untersuchten Gehölzarten recht günstig. Im Mittel der Düngungs-Variante D_1 der Versuche Gammelsbach Nr. 2 und 3 ergibt sich für die Gesamtsubstanz ein Gehalt an verdaulichem Rohprotein von 3,61 %, der bei einem durchschnittlichen Gesamtrohproteingehalt von 6,08 % einem Verdaulichkeitswert von 58,8 % entspricht. Für die einzelnen Fraktionen ergeben sich im Mittel der D_1 -Variante die folgenden Verdaulichkeitswerte: Knospen 63,4 %, Blätter 60,0 %, Rinde 58,4 % und Holz 58,5 %.

Auch in der Verdaulichkeit des Rohproteins zeigt die hohe N-Düngung bei allen Gehölzarten und in allen Fraktionen ihre steigernde Wirkung. So ergibt sich im Mittel der D_4 -Variante für die Gesamtsubstanz eine Rohprotein-Verdaulichkeit von 64,5 %, die gegenüber der D_1 -Variante einer Erhöhung von 10 % entspricht. Bei den Knospen und Blättern wurde bei einer durchschnittlichen Verdaulichkeit von 67,2 % bzw. 64,8 % gegenüber der D_1 -Variante ein 7 % bzw. 8 % höherer Wert als in der D_1 -Variante gefunden. In der Rinden- und Holzfraktion, wo in der D_4 -Variante

Tab. 14: Der Einfluß der N-Düngung auf die Verdaulichkeit des Rohproteines (i. %)

Arten	Gesamt		Knospen (*Blätter)		Rinde		Holz	
	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄
1 - Ribes nigrum	5,07 ¹⁾ 2,82 ²⁾ 55,6 ³⁾	7,52 4,53 80,2	7,00 4,42 83,2	7,49 5,01 66,9	6,99 3,40 48,5	9,78 5,40 55,2	3,70 2,22 60,0	5,95 3,77 63,3
2 - Acer campestre	5,20 2,90 55,7	6,39 3,96 82,0			10,08 4,95 48,1	11,84 6,81 57,5	3,29 1,92 58,2	4,08 2,61 63,9
3 - Euonymus europaeus	7,23 4,87 67,3	8,95 6,59 73,6			14,08 9,60 68,2	16,14 11,61 71,9	4,42 2,96 67,0	5,56 4,13 74,3
4 - Ligustrum vulgare	7,00 4,20 60,0	8,61 5,42 63,0	11,34* 6,78 80,0	13,57* 8,79 64,8	7,95 4,87 61,3	9,23 5,94 64,4	2,69 1,59 59,0	3,48 2,09 60,0
5 - Prunus mahaleb	4,05 1,80 44,5	4,89 2,42 49,5			7,50 3,82 50,9	8,63 4,75 55,0	2,41 1,00 41,2	2,80 1,30 46,3
6 - Prunus serotina	6,46 3,55 54,9	8,88 5,29 59,6			11,69 7,52 64,3	15,87 10,84 68,3	3,45 1,70 49,5	4,14 2,25 54,0
7 - Sambucus racemosa	6,96 4,33 62,2	8,78 6,07 69,1			13,53 8,98 66,4	16,24 11,68 71,9	2,60 1,54 59,3	3,29 2,21 67,1
8 - Viburnum opulus	4,72 2,71 57,4	6,01 3,74 62,3	8,98 5,71 63,6	10,97 7,39 67,4	6,93 3,59 51,8	8,56 5,02 58,6	3,24 1,96 60,4	3,97 2,56 64,4
9 - Salix x smithiana	6,84 4,04 59,0	7,95 5,02 63,2	11,04 7,00 63,4	12,06 8,03 66,6	9,58 5,65 59,0	11,23 7,03 62,6	4,72 2,77 58,6	5,32 3,56 63,1
10 - Cornus alba	4,58 2,93 63,9	5,51 3,86 70,0			6,48 3,95 61,2	8,13 5,31 65,3	3,45 2,25 65,5	3,72 2,72 73,2
11 - Cornus sanguinea	6,44 4,09 63,5	7,22 5,20 72,0			11,23 7,02 62,5	12,15 8,01 65,9	3,90 2,49 63,9	4,28 3,24 75,6
12 - Salix purpurea	6,83 4,13 60,4	7,81 5,14 65,8	13,93 8,86 63,6	14,99 10,12 67,5	11,00 6,72 61,1	12,11 7,82 65,4	3,84 2,31 60,2	4,35 2,87 65,9
13 - Salix daphnoides	7,75 4,64 60,0	9,15 6,24 68,2			11,38 6,82 59,9	12,85 8,71 67,8	4,30 2,57 60,0	4,88 3,34 68,5
Mittel	6,08 3,61 58,8	7,51 4,88 64,5	10,24 6,50 63,4	11,37 7,64 67,2	9,87 5,91 58,4	11,75 7,62 63,0	3,53 2,10 58,5	4,29 2,82 66,0
14 - Rhus hirta 1970	6,76 4,48 66,2	7,82 5,33 68,2			10,40 7,43 71,4	11,71 8,56 73,0	3,26 2,00 61,2	3,61 2,26 62,7
15 - Rhus hirta 1971	5,96 3,90 65,5	8,26 5,78 70,0			8,77 6,23 71,0	12,19 9,11 74,7	3,18 1,91 60,0	3,78 2,45 64,8

1) Rohproteingehalte (%)

2) Gehalte an verdaut. Rohprot. (%)

3) Verdaulichkeitswerte des Rohprot. (%)

eine Rohprotein-Verdaulichkeit von 63,0 % bzw. 66,0 % festgestellt wurde, konnte die Verdaulichkeit um 8 % bzw. 12 % gesteigert werden.

Die günstigste Rohprotein-Verdaulichkeit aller untersuchten Gehölzarten zeigte in der Gesamtsubstanz der beiden Düngungs-Varianten *Euonymus europaeus* mit 67,3 % in der D_1 -Variante und 73,6 % in der D_4 -Variante. Hervorzuheben sind außerdem: *Cornus sanguinea* (D_1 : 63,5 %; D_4 : 72,0 %), *Cornus alba* (D_1 : 63,9 %; D_4 : 70,0 %), *Sambucus racemosa* (D_1 : 62,2 %; D_4 : 69,1 %), *Salix daphnoides* (D_1 : 60,0 %; D_4 : 68,2 %) und *Salix purpurea* (D_1 : 60,4 %; D_4 : 65,8 %). Die vergleichsweise niedrigste Verdaulichkeit des Rohproteins wurde für die Gesamtsubstanz bei *Prunus mahaleb* mit 44,5 % in der Düngungs-Variante D_1 und 49,5 % in der Düngungs-Variante D_4 festgestellt, gefolgt von *Prunus serotina* (D_1 : 54,9 %; D_4 : 59,6 %), *Ribes nigrum* (D_1 : 55,6 %; D_4 : 60,2 %) und *Acer campestre* (D_1 : 55,7 %; D_4 : 62,0 %).

Den deutlichsten Einfluß der hohen N-Düngung auf die Verdaulichkeit des Rohproteins ließen *Salix daphnoides* und *Cornus sanguinea* mit einer Steigerung ihrer Verdaulichkeitswerte um jeweils 13 % erkennen. Diesen Gehölzarten folgen *Sambucus racemosa* und *Acer campestre* mit einer Erhöhung um jeweils 11 % sowie *Euonymus europaeus* und *Cornus alba* mit einer solchen um jeweils 10 %.

Eine unerwartet günstige Verdaulichkeit des Rohproteins wurde in der Holzfraktion festgestellt. Sie liegt in der D_1 -Variante mit Ausnahme von *Prunus mahaleb* (49,5 %), *Acer campestre* (58,2 %), *Salix x smithiana* (58,6 %), *Ligustrum vulgare* (59,0 %) und *Sambucus racemosa* (59,3 %) über 60 % und in der D_4 -Variante außer *Prunus mahaleb* (46,3 %), *Prunus serotina* (54,0 %) und *Ligustrum vulgare* (60,0 %) zwischen 63,1 % bei *Salix x smithiana* und 75,6 % bei *Cornus sanguinea*.

Bei *Rhus hirta* liegt die Verdaulichkeit des Rohproteins in beiden Versuchsjahren und Düngungs-Varianten deutlich über dem entsprechenden Versuchsmittel der auf dem Standort Gammelsbach gewachsenen Gehölz-

arten. Auffallend ist andererseits der relativ geringe Einfluß der Volldüngung auf die Verdaulichkeit des Rohproteins.

5. 5. Gehalte der Gehölze an Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente)

Um den ernährungsphysiologischen Wert der gepflanzten Gehölzarten auf möglichst breiter Ebene beurteilen zu können, wurde außer den organischen Inhaltsstoffen Rohfaser und Rohprotein eine Reihe anorganischer Inhaltsstoffe ermittelt. Dabei interessierten wegen ihrer Bedeutung für Aufbau und Funktion des tierischen Organismus die Gehalte an den Mengenelementen P, K, Ca, Mg und den Spurenelementen Na, Fe, Mn, Zn und Cu sowie das Ca/P-Verhältnis der verschiedenen Gehölzorgane. Der Problemstellung entsprechend sollte darüberhinaus der Einfluß der hohen N-Düngung auf die Mineralstoffe der Gehölzarten untersucht werden.

Im folgenden werden die aus dem Mittelwerte der vier Wiederholungen resultierenden Analysenergebnisse für jedes Element gesondert besprochen. Die dazugehörigen Tabellen (15-24) enthalten wiederum die Werte der einzelnen Gehölzkomponenten (Knospen, Blätter, Rinde und Holz) und die Gesamtwerte, die entsprechenden Mittelwerte der 13 Arten in den Versuchen Gammelsbach Nr. 2 und 3 sowie die Werte der varianzanalytischen Verrechnung (GD 5 %) für die Einzelfractionen Rinde und Holz und die Gesamtsubstanz.

5. 5. 1. Phosphor

Die Gehalte an P weisen, wie aus Tabelle 15 abzulesen ist, größere Unterschiede auf: In den Knospen liegen die P-Gehalte zwischen 0,24 % (*Viburnum opulus*) und 0,38 % (*Ribes nigrum*), in der Rinde zwischen 0,16 % (*Salix x smithiana*) und 0,35 % (*Sambucus racemosa*) und im Holz zwischen 0,04 % (*Prunus serotina*) und 0,14 % (*Cornus sanguinea*).

Tab. 15: Die Phosphorgehalte (in % P d. ATM) verschiedener Verbißgehölzarten in Abhängigkeit von der N-Düngung

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	0,18	0,15	0,17	0,38	0,37	0,38	0,22	0,17	0,20	0,15	0,13	0,14
2 - Acer campestre	0,12	0,11	0,12				0,23	0,20	0,22	0,08	0,08	0,08
3 - Euonymus europ.	0,15	0,17	0,16	*			0,28	0,28	0,28	0,10	0,12	0,11
4 - Ligustrum vulgare	0,21	0,19	0,20	0,41 *	0,34 *	0,38	0,17	0,16	0,17	0,06	0,06	0,06
5 - Prunus mahaleb	0,09	0,09	0,09				0,17	0,17	0,17	0,05	0,04	0,05
6 - Prunus serotina	0,11	0,13	0,12				0,23	0,24	0,24	0,04	0,05	0,05
7 - Sambucus racemosa	0,19	0,17	0,18				0,35	0,31	0,33	0,09	0,07	0,08
8 - Viburnum opulus	0,12	0,16	0,15	0,24	0,26	0,25	0,15	0,15	0,15	0,09	0,10	0,10
9 - Salix x smithiana	0,11	0,10	0,11	0,24	0,26	0,25	0,16	0,15	0,16	0,09	0,07	0,08
10 - Cornus alba	0,17	0,13	0,15				0,25	0,18	0,22	0,12	0,10	0,11
11 - Cornus sanguinea	0,18	0,14	0,16				0,24	0,20	0,22	0,14	0,09	0,12
12 - Salix purpurea	0,14	0,14	0,14	0,25	0,25	0,25	0,18	0,18	0,18	0,10	0,10	0,10
13 - Salix daphno.	0,15	0,16	0,16				0,19	0,20	0,20	0,12	0,11	0,12
Mittel	0,15	0,14	0,14	0,28	0,29	0,29	0,22	0,19	0,21	0,09	0,08	0,09
GD 5% WW A/D	0,007						0,013			0,004		
GD 5% Art	0,005						0,009			0,003		
GD 5% Düng.	0,002						0,004			0,001		
14 - Rhus hirta 1970	0,12	0,15	0,14				0,19	0,22	0,21	0,06	0,08	0,07
15 - Rhus hirta 1971	0,10	0,13	0,12				0,17	0,21	0,19	0,04	0,05	0,05

Die mit Abstand höchsten P-Gehalte sind in den Blättern von *Ligustrum vulgare* (D_1 : 0,41; D_4 : 0,34 %), in den Knospen von *Ribes nigrum* (D_1 : 0,38 %; D_4 : 0,37 %) und in der Rinde von *Sambucus racemosa* (D_1 : 0,35 %; D_4 : 0,31 %) sowie *Euonymus europaeus* (in beiden Düngungs-Varianten 0,28 %) festgestellt worden.

Die Rinden sind größtenteils P-ärmer als die Knospen. Mit Ausnahme der bereits genannten Rinden von *Sambucus racemosa* und *Euonymus europaeus* wurden mit den P-Gehalten der Knospen vergleichbare Gehalte lediglich bei den Rinden von *Prunus serotina* (D_1 : 0,24 %; D_4 : 0,23 %), *Cornus alba* (in beiden Düngungs-Varianten 0,24 %), *Cornus sanguinea* (D_1 : 0,24 %; D_4 : 0,20 %) und *Acer campestre* (D_1 : 0,23 %; D_4 : 0,20 %) gefunden. In der Rindenfraktion wiesen die niedrigsten P-Konzentrationen *Viburnum opulus* (mit 0,15 %) , *Ligustrum vulgare* und *Prunus mahaleb* mit jeweils 0,17 % in beiden Düngungs-Varianten auf.

Viel weniger Phosphor enthält das Holz. Bei einem Arten-Mittel von 0,09 % in der D_1 -Variante bzw. 0,08 % in der D_4 -Variante beträgt der P-Gehalt des Holzes $\frac{1}{45}$ der Blatt-Konzentration, $\frac{1}{30}$ des Knospen-Mittels und $\frac{1}{25}$ des Rinden-Mittels.

Die hohe N-Düngung zeigte bei den einzelnen Gehölzarten unterschiedliche Wirkung auf die P-Gehalte. Während in der Gesamtsubstanz bei *Euonymus europaeus*, *Prunus serotina*, *Viburnum opulus* und *Salix daphnoides* eine leichte Steigerung der P-Konzentration beobachtet wurde, bei *Prunus mahaleb* und *Salix purpurea* keine Einflußnahme der hohen N-Düngung festzustellen war, nahmen bei den übrigen vom Standort Gammelsbach untersuchten Gehölzarten die P-Gehalte in der D_4 -Variante ab. Eine Abnahme der P-Konzentration in der D_4 - gegenüber der D_1 -Variante konnte außerdem für die Blätter von *Ligustrum vulgare* und 7 Rinden und Hölzer nachgewiesen werden.

Die zwischen den Mitteln der beiden Düngungs-Varianten aufgetretenen Unterschiede der P-Gehalte sind signifikant. Im Mittel der beiden

Düngungs-Varianten konnten für die Gesamt-P-Gehalte der einzelnen Arten - mit Ausnahme von *Viburnum opulus* und *Cornus alba*, bzw. *Euonymus europaeus*, *Cornus sanguinea* und *Salix daphnoides* - ebenfalls signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Im Vergleich zu den Gehölzarten vom Standort Gammelsbach zeigte *Rhus hirta* vom Versuch Beuern in der D_1 -Variante mit 0,12 % (1970) und 0,10 % (1971) unter dem Versuchsmittel Gammelsbach liegende P-Gehalte. Sie erhöhten sich nach Voll- und Mineralstoff-Düngung auf 0,15 % (1970) bzw. 0,13 % (1971).

5.5.2. Kalium

Die Kalium-Gehalte sind in Tabelle 16 wiedergegeben. Danach weisen von den vom Standort Gammelsbach untersuchten Gehölzarten in der D_1 -Variante der Gesamtsubstanz *Sambucus racemosa* mit 0,92 %, *Ribes nigrum* mit 0,83 % sowie *Ligustrum vulgare* mit 0,80 % die höchsten K-Gehalte auf, gefolgt von *Euonymus europaeus* mit 0,70 % und *Acer campestre* mit 0,65 %. Beim Versuchsmittel (0,54 %) liegt *Viburnum opulus* mit einem K-Gehalt von 0,52 %. Die mit Abstand niedrigsten K-Konzentrationen der Gesamtsubstanz wurden bei *Salix x smithiana* (0,29 %), *Prunus serotina* (0,33 %) und *Cornus alba* (0,36 %) festgestellt.

Die Blätter von *Ligustrum vulgare* liegen mit ihren K-Gehalten (im Durchschnitt 1,19 %) ebenso über dem Versuchsmittel der Knospen (0,72 %) wie die Rinden mit 0,96 %. Auffallend hohe K-Konzentrationen sind in der Rinde von *Sambucus racemosa* mit 2,00 % festgestellt worden. Einen höheren K-Gehalt als die Blätter weisen außerdem die Rinden von *Acer campestre* mit 1,39 % und *Euonymus europaeus* mit 1,29 % auf. Mit ihren K-Gehalten recht hoch liegen weiterhin die Rinden von *Viburnum opulus* (1,19 %) und *Ligustrum vulgare* (1,16 %).

In der Holzfraktion weisen *Ribes nigrum* (0,68 %), *Euonymus europaeus* (0,41 %) und *Acer campestre* (0,35 %) weit über dem Versuchsmittel

Tab. 16: Die Kaliumgehalte (in % d. ATM) der Verbißgehölzarten in Abhängigkeit von der N-Düngung

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	0,83	0,76	0,80	1,06	1,02	1,04	1,06	1,05	1,06	0,68	0,55	0,62
2 - Acer campestre	0,65	0,58	0,62				1,39	1,23	1,31	0,35	0,30	0,33
3 - Euonymus europ.	0,70	0,82	0,76	*			1,29	1,42	1,35	0,41	0,54	0,48
4 - Ligustrum vulgare	0,80	0,70	0,75	1,19	0,94	1,06	1,16	1,06	1,11	0,21	0,20	0,21
5 - Prunus mahaleb	0,37	0,36	0,37				0,62	0,57	0,60	0,25	0,24	0,25
6 - Prunus serotina	0,33	0,34	0,34				0,54	0,53	0,54	0,21	0,21	0,21
7 - Sambucus racemosa	0,92	0,80	0,86				2,00	1,64	1,82	0,22	0,18	0,20
8 - Viburnum opulus	0,52	0,59	0,56	0,60	0,60	0,60	1,19	1,28	1,23	0,12	0,13	0,13
9 - Salix x smithiana	0,29	0,33	0,31	0,53	0,58	0,55	0,48	0,52	0,50	0,17	0,18	0,18
10 - Cornus alba	0,36	0,36	0,36				0,56	0,57	0,57	0,24	0,22	0,23
11 - Cornus sanguinea	0,47	0,39	0,44				0,80	0,57	0,69	0,28	0,27	0,28
12 - Salix purpurea	0,44	0,46	0,45	0,71	0,76	0,73	0,74	0,79	0,77	0,23	0,22	0,23
13 - Salix daphno.	0,43	0,46	0,45				0,67	0,68	0,68	0,18	0,20	0,19
Mittel	0,54	0,53	0,54	0,72	0,74	0,73	0,96	0,91	0,94	0,27	0,26	0,27
GD 5% WW	A/D	0,0021					0,031			0,014		
GD 5% Art	Art	0,0015					0,020			0,010		
GD 5% Düng.	Düng.	0,0040					0,009			0,004		
14 - Rhus hirta 1970		0,94	1,09	1,02			1,59	1,72	1,66	0,32	0,41	0,37
15 - Rhus hirta 1971		0,85	1,18	1,02			1,43	1,83	1,63	0,27	0,45	0,36

(0,27 %) liegende K-Gehalte auf, während die Konzentrationen der übrigen untersuchten Gehölzarten zwischen 0,12 % bei *Salix x smithiana* und 0,28 % bei *Cornus sanguinea* liegen.

Die Wirkung der hohen N-Düngung auf die K-Konzentration der einzelnen Gehölzarten war, wie aus Tabelle 16 hervorgeht, von Art zu Art und innerhalb der Fraktionen verschieden. In der Gesamtsubstanz waren die K-Gehalte bei *Euonymus europaeus*, *Prunus serotina*, *Viburnum opulus* und den drei *Salix*-Arten erhöht, *Cornus alba* zeigte keine Reaktion auf die N-Düngung, während bei den übrigen Gehölzarten der Versuche Gammelsbach eine Abnahme der K-Konzentration festzustellen war. Im Mittel der D_4 -Variante zeigte sich für die varianzanalytisch verrechneten Komponenten Rinde und Holz und die Gesamtsubstanz eine Abnahme der K-Gehalte gegenüber der D_1 -Variante. Die zwischen den Mitteln der beiden Düngungs-Varianten auftretenden Differenzen sind signifikant. Alle zwischen den Arten aufgetretenen Unterschiede der Gesamt-K-Gehalte sind - mit Ausnahme von *Salix purpurea* und *Salix daphnoides* - ebenfalls signifikant.

Während bei den Blättern die gleiche Tendenz beobachtet werden konnte, zeigten sich im Knospen-Mittel der D_4 -Variante die K-Konzentrationen leicht erhöht.

Auf dem Standort Beuern erbrachte *Rhus hirta* in beiden Versuchsjahren und Düngungs-Varianten vergleichsweise höhere K-Gehalte als sie im Mittel der 13 Arten in den Versuchen Gammelsbach Nr. 2 und 3 erzielt wurden. Im 1. Versuchsjahr konnte nach Volldüngung die K-Konzentration in der Gesamtsubstanz von 0,94 % auf 1,09 %, im 2. Versuchsjahr von 0,85 % auf 1,18 % gesteigert werden.

5. 5. 3. Calcium

Die Calcium-Gehalte der Gehölzarten sind in Tabelle 17 zusammengestellt. Danach weisen in der Gesamtsubstanz bei der Düngungs-Variante D_1

Tab. 17: Die Calcium-Gehalte (in % ATM) der Gehölzarten und ihre Beeinflussung durch die N-Düngung

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	0,78	0,84	0,81	1,34	1,35	1,35	1,37	1,45	1,41	0,36	0,38	0,37
2 - Acer Campestre	0,62	0,57	0,60				1,54	1,47	1,51	0,25	0,18	0,22
3 - Euonymus europ.	0,61	0,68	0,65	*			1,55	1,48	1,52	0,23	0,31	0,27
4 - Ligustrum vulgare	0,61	0,59	0,60	1,38	1,21	1,30	0,46	0,49	0,48	0,08	0,09	0,09
5 - Prunus mahaleb	0,45	0,54	0,50				1,12	1,25	1,19	0,12	0,14	0,13
6 - Prunus serotina	0,57	0,51	0,54				1,28	1,03	1,16	0,17	0,15	0,16
7 - Sambucus racemosa	0,71	0,78	0,75				1,39	1,44	1,41	0,25	0,30	0,28
8 - Viburnum opulus	0,65	0,61	0,62	0,83	0,77	0,80	1,36	1,25	1,31	0,23	0,18	0,21
9 - Salix x smithiana	0,58	0,58	0,58	0,61	0,61	0,61	1,14	1,14	1,14	0,21	0,20	0,21
10 - Cornus alba	0,61	0,52	0,57				1,20	0,98	1,09	0,26	0,22	0,24
11 - Cornus sanguinea	0,80	0,73	0,77				1,61	1,44	1,53	0,35	0,30	0,33
12 - Salix purpurea	0,43	0,48	0,45	0,63	0,63	0,63	0,87	0,96	0,91	0,14	0,15	0,15
13 - Salix daphno.	0,62	0,69	0,65				0,96	1,04	1,00	0,28	0,29	0,29
Mittel	0,62	0,62	0,62	0,85	0,84	0,85	1,21	1,18	1,20	0,22	0,22	0,22
GD 5% WW	A/D											
GD 5% Art	0,025						0,036			0,016		
GD 5% Düng.	0,016						0,024			0,011		
	0,007						0,010			0,005		
14 - Rhus hirta 1970	0,72	0,72	0,72				1,14	1,06	1,10	0,31	0,38	0,35
15 - Rhus hirta 1971	0,65	0,58	0,62				1,02	0,89	0,96	0,27	0,24	0,26

die Arten *Cornus sanguinea* (0,80 %), *Ribes nigrum* (0,78 %) und *Sambucus racemosa* (0,71 %) die mit Abstand günstigsten Ca-Gehalte auf. Über dem Versuchsmittel (0,62 %) liegen die Ca-Gehalte noch bei *Viburnum opulus* (0,65 %), während *Acer campestre* und *Salix daphnoides* (0,62 %) sowie *Euonymus europaeus*, *Ligustrum vulgare* und *Cornus alba* (0,61 %) beim Versuchsmittel liegende Ca-Gehalte aufwiesen.

Bei Betrachtung der Einzelwerte zeigt sich, daß die Ca-Konzentration der Blätter (1,38 %) und Rinden (1,21 %) über der der Knospen (0,85 %) liegt. Lediglich bei den Knospen von *Ribes nigrum* (1,34 %) und Rinden von *Ligustrum vulgare* (0,46 %) sind von dieser Feststellung abweichende Ca-Gehalte gefunden worden.

Höhere Ca-Konzentrationen als in den Blättern sind in den Rinden von *Cornus sanguinea* (1,61 %), *Euonymus europaeus* (1,55 %), *Acer campestre* (1,54 %) und *Sambucus racemosa* (1,39 %) festgestellt worden. Mit den Ca-Gehalten der Blätter vergleichbare Werte zeigten in der D_1 -Variante die Rinden von *Ribes nigrum* (1,37 %) und *Viburnum opulus* (1,36 %). In der D_4 -Variante sind für beide Gehölzarten mit 1,45 % bei *Ribes nigrum* bzw. 1,44 % bei *Viburnum opulus* ebenfalls höhere Ca-Gehalte als in den Blättern gefunden worden.

In der Holzfraktion liegen die Ca-Konzentrationen mit Werten zwischen 0,08 % bei *Ligustrum vulgare* und 0,38 % bei *Ribes nigrum* (D_4 -Variante) weit unter denen der Knospen, Blätter und Rinden. Die N-Düngung zeigte bei den einzelnen Gehölzarten unterschiedliche Wirkung auf die Ca-Gehalte. Während bei *Ribes nigrum*, *Euonymus europaeus*, *Prunus mahaleb*, *Sambucus racemosa*, *Salix purpurea* und *daphnoides* leichte Steigerungen festgestellt wurden und *Salix x smithiana* keine eindeutigen Unterschiede erkennen ließ, lagen die Ca-Gehalte der übrigen Gehölzarten in der D_4 -Variante signifikant niedriger als in der D_1 -Variante. Zwischen den Mitteln der beiden Düngungs-Varianten besteht lediglich in der Rindenfraktion ein signifikanter Unterschied. Dagegen konnten im Mittel der beiden

Düngungs-Varianten für die Gesamt-Ca-Gehalte der einzelnen Arten - mit Ausnahme von *Acer campestre* und *Ligustrum vulgare*, bzw. *Euonymus europaeus* und *Salix daphnoides* - signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Im Vergleich zu den vorher genannten Gehölzarten wies *Rhus hirta* im 1. Versuchsjahr mit 0,72 % einen günstigen Ca-Gehalt auf. Der in beiden Düngungs-Varianten festgestellte Konzentrationsabfall im 2. Versuchsjahr kann so erklärt werden, daß zwischen Ca-Angebot des Bodens und Ca-Nachfrage der Pflanzensubstanz eine Diskrepanz eingetreten ist.

5. 5. 4. Ca/P-Verhältnisse

In der Tierernährung wird die Forderung erhoben, Calcium und Phosphor möglichst im Verhältnis 1 : 1 bis 2 : 1 anzubieten (BERGER, 1967; LENKEIT, 1953; PAPENDICK, 1955). HELFFERICH und GÜTTE (1972) geben für Wiederkäuer ein optimales Verhältnis von Ca : P in der Nahrung an, das zwischen 1,5 : 1 und 3 : 1 liegt. Dazu ist festzustellen, daß dieses geforderte Verhältnis von den üblichen Futtermitteln oft nicht erreicht wird. Das Luzerneheu hat beispielsweise ein Ca/P-Verhältnis von 6 : 1, Wiesenheu ein solches von 3,5 : 1 (PAPENDICK). Das weite Ca/P-Verhältnis dieser Futtermittel ist in allen Fällen auf einen Mangel an Phosphor bei gleichzeitig hohen Ca-Gehalten zurückzuführen. Eine ähnliche Tendenz zeigt sich bei den untersuchten Gehölzarten, die im Mittel ihrer Gesamtsubstanz mit einem Ca/P-Verhältnis von 4,6 bzw. 4,7 : 1 zwischen den entsprechenden Werten für Luzerne- und Wiesenheu liegen.

Die aus dem Mittel der vier (Gammelsbach) und zwei (Beuern) Wiederholungen errechneten Ca/P-Werte sind in Tabelle 18 wiedergegeben. Im einzelnen zeigt sich, daß in der D₁-Variante der Gesamtsubstanz die günstigsten Verhältnisse von *Ligustrum vulgare* (3:1), *Salix purpurea* (3,2:1), *Sambucus racemosa* (3,6:1) und *Cornus alba* (3,7:1) erreicht

Tab. 18: Ca:P-Verhältnisse (P = 1) in Abhängigkeit von der N-Düngung

Arten	Gesamt		Knospen(*Blätter)		Rinden		Holz	
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄	D ₁
1 - Ribes nigrum	4,2	5,4	4,8	3,5	3,7	6,4	8,8	2,4
2 - Acer campestre	5,0	5,1	5,1			6,8	7,4	3,1
3 - Euonymus europ.	4,1	3,9	4,0			5,6	5,3	2,4
4 - Ligustrum vulgare	3,0	3,9	3,5	* 3,4	* 5,0	2,7	3,0	1,3
5 - Prunus mahaleb	5,2	6,1	5,7			6,7	7,2	2,8
6 - Prunus serotina	5,2	4,1	4,7			5,6	4,3	3,1
7 - Sambucus racemosa	3,6	4,6	4,1			3,9	4,6	2,9
8 - Viburnum opulus	5,5	4,0	4,8	3,4	3,0	8,9	8,2	2,6
9 - Salix x smithiana	5,0	6,0	5,5	2,5	2,3	7,1	7,7	2,4
10 - Cornus alba	3,7	4,0	3,8			4,9	5,3	2,2
11 - Cornus sanguinea	4,5	5,5	5,0			6,7	7,0	2,5
12 - Salix purpurea	3,2	3,5	3,3	2,5	2,5	5,0	5,5	1,3
13 - Salix daphno.	4,1	4,5	4,3			5,1	5,3	2,4
Mittel	4,3	4,7	4,5	3,1	3,3	5,8	6,1	2,5
14 - Rhus hirta 1970	5,8	4,8				6,0	4,8	5,2
15 - Rhus hirta 1971	6,3	4,5				6,0	4,2	7,3

werden. Es folgen mit *Salix daphnoides* (4,1:1), *Euonymus europaeus* (4,1:1), *Ribes nigrum* (4,2:1) und *Cornus sanguinea* (4,5:1) weitere vier Arten, die unter bzw. beim Versuchsmittel von 4,3:1 liegen. Die weitesten Ca/P-Verhältnisse weisen in der D₁-Variante der Gesamtsubstanz *Viburnum opulus* (5,5:1), die beiden *Prunus*-Arten (5,2:1) sowie *Acer campestre* und *Salix x smithiana* (5:1) auf. Größeren Schwankungen unterliegen die Ca/P-Verhältnisse in den Einzelwerten. Während sie in den Knospen zwischen 2,3:1 (*Salix x smithiana*) und 3,7:1 (*Ribes nigrum*), in den Blättern zwischen 3,4:1 (D₁) und 5:1 (D₄) und in der Rinde zwischen 2,7:1 (*Ligustrum vulgare*) und 8,9:1 (*Viburnum opulus*) liegen, sind im Holz Ca/P-Verhältnisse zwischen 1,3:1 (*Ligustrum vulgare* und *Salix purpurea*) und 4,4:1 (*Sambucus racemosa*) beobachtet worden.

Entsprechend der von Art zu Art unterschiedlichen Einflußnahme der N-Düngung auf die Ca- bzw. P-Konzentrationen, konnte das Ca/P-Verhältnis bei *Euonymus europaeus*, *Prunus serotina* und *Viburnum opulus* verbessert werden, während es sich bei den übrigen Gehölzarten zugunsten des Calciums verschob.

5.5.5. Magnesium

Die in Tabelle 19 wiedergegebenen Magnesium-Gehalte liegen in der Gesamtsubstanz aller Gehölzarten zwischen 0,05 % (*Salix x smithiana*) und 0,17 % (*Prunus mahaleb* und *Sambucus racemosa*). Die Untersuchungen ergaben, daß die Rinden von *Prunus mahaleb* (0,38 %) und *Sambucus racemosa* (0,34 %) die mit Abstand höchsten Mg-Konzentrationen aufweisen. Relativ günstige Mg-Gehalte wurden auch in den Rinden von *Cornus sanguinea* (0,20 %), *Euonymus europaeus* (0,18 %), *Ribes nigrum* (0,16 %), *Viburnum opulus*, *Cornus alba* (jeweils 0,15 %) und *Prunus serotina* (0,13 %) sowie in den Blättern von *Ligustrum vulgare* (0,15 %) und in den Knospen (0,11-0,20 %) festgestellt. Dagegen wiesen die Rinden der 3 *Salix*-Arten (0,07 -0,09 %) nur unwesentlich höhere Mg-Gehalte als das Holz von *Ribes nigrum* (0,06-0,08 %) auf.

Tab. 19: Die Magnesium-Gehalte (in % d. ATM) in Abhängigkeit von der N-Düngung

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	0,11	0,09	0,10	0,20	0,18	0,19	0,16	0,12	0,14	0,08	0,06	0,07
2 - Acer campestre	0,07	0,07	0,07				0,13	0,11	0,12	0,04	0,04	0,04
3 - Euonymus europ.	0,09	0,08	0,09				0,18	0,17	0,18	0,05	0,04	0,05
4 - Ligustrum vulgare	0,09	0,10	0,10	*	0,16	0,16	0,11	0,11	0,11	0,02	0,02	0,02
5 - Prunus mahaleb	0,17	0,13	0,15				0,38	0,27	0,33	0,06	0,04	0,05
6 - Prunus serotina	0,07	0,07	0,07				0,13	0,13	0,13	0,03	0,02	0,03
7 - Sambucus racemo.	0,17	0,11	0,14				0,34	0,20	0,27	0,06	0,04	0,05
8 - Viburnum opulus	0,08	0,10	0,09	0,16	0,17	0,17	0,15	0,17	0,16	0,04	0,04	0,04
9 - Salix x smithiana	0,05	0,05	0,05	0,11	0,11	0,11	0,08	0,07	0,08	0,02	0,02	0,02
10 - Cornus alba	0,09	0,07	0,08				0,15	0,10	0,13	0,05	0,04	0,05
11 - Cornus sanguinea	0,10	0,09	0,10				0,20	0,17	0,19	0,05	0,04	0,05
12 - Salix purpurea	0,06	0,05	0,06	0,13	0,11	0,12	0,09	0,08	0,09	0,03	0,02	0,03
13 - Salix daphno.	0,06	0,05	0,06				0,09	0,07	0,08	0,03	0,03	0,03
Mittel	0,09	0,08	0,09	0,15	0,14	0,15	0,16	0,13	0,15	0,04	0,03	0,04
GD 5% WW		0,0009						0,0009			0,0008	
GD 5% Art		0,0007						0,0007			0,0006	
GD 5% Düng.		0,0002						0,0003			0,0001	
14 - Rhus hirta 1970	0,13	0,16	0,15				0,19	0,23	0,21	0,06	0,09	0,08
15 - Rhus hirta 1971	0,10	0,14	0,12				0,16	0,20	0,18	0,04	0,07	0,06

Die hohe N-Düngung machte ihren Einfluß auf die Mg-Gehalte der einzelnen Gehölzarten in einer überwiegenden Abnahme der Mg-Konzentration geltend. Lediglich bei *Ligustrum vulgare* und *Viburnum opulus* konnte ein Anstieg in der D_4 -Variante festgestellt werden, während die Mg-Gehalte von *Acer campestre*, *Prunus serotina* und *Salix x smithiana* in beiden Düngungs-Varianten gleich blieben. Die zwischen den Mitteln der Düngungs-Varianten auftretenden Unterschiede der Mg-Gehalte sind in allen Fällen signifikant. Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten konnten für die Gesamt-Mg-Gehalte der einzelnen Arten - mit Ausnahme von *Salix purpurea* und *Salix daphnoides*, bzw. *Acer campestre* und *Prunus serotina*, bzw. *Ribes nigrum*, *Ligustrum vulgare* und *Cornus sanguinea* - ebenfalls signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Bei *Rhus hirta* wurden in beiden Versuchsjahren und Düngungs-Varianten für die Gesamtsubstanz höhere Mg-Konzentrationen (0,10-0,16 %) festgestellt, als sie sich im Mittel der 13 Arten der Versuche Gammelsbach Nr. 2 und 3 ergaben. Die Volldüngung zeigte auch beim Magnesium ihre steigernde Wirkung.

5. 5. 6. Natrium

Die Na-Gehalte der untersuchten Gehölzarten liegen, verglichen mit einheimischen Futtermitteln, äußerst niedrig. Im einzelnen sind sie in ppm der ATM in Tabelle 20 zusammengestellt. Danach wiesen die Gehölzarten Na-Konzentrationen auf, die in der D_1 -Variante der Gesamtsubstanz zwischen 25,1 ppm bei *Prunus serotina* und 44 ppm bei *Ligustrum vulgare* und in der D_4 -Variante zwischen 23,2 ppm bei *Cornus alba* und 58,7 ppm bei *Ribes nigrum* liegen. In den einzelnen Fraktionen wiesen die Blätter von *Ligustrum vulgare* mit 61,2 ppm Na in der D_1 -Variante und 57,1 ppm in der D_4 -Variante Werte auf, die über den Versuchsmitteln der Knospen (D_1 : 35,1 ppm; D_4 : 35,2 ppm), Rinden (D_1 : 47,7 ppm; D_4 : 47,9 ppm) und Hölzer (D_1 : 22,3 ppm; D_4 : 23,1 ppm) lagen.

Tab. 20: Die Natrium-Gehalte (in ppm d. ATM) der Gehölzarten in Abhängigkeit von der N-Düngung

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	35,7	58,7	47,2	38,2	38,0	38,1	58,2	83,4	70,8	22,6	43,3	32,9
2 - Acer campestre	30,0	29,0	29,5				55,6	51,3	53,4	19,7	19,4	19,6
3 - Euonymus europ.	33,0	31,4	32,2				55,8	50,4	53,1	24,0	22,5	23,3
4 - Ligustrum vulgare	44,0	46,8	45,2				40,7	42,7	41,7	32,3	39,4	35,8
5 - Prunus mahaleb	29,5	29,6	29,6	* 61,2	* 57,1	59,1	56,5	57,4	57,0	16,4	13,1	14,7
6 - Prunus serotina	25,1	23,3	24,1				38,3	34,3	36,3	17,5	15,8	16,6
7 - Sambucus racemo.	30,7	33,8	32,3				47,5	53,5	50,5	20,0	19,1	19,5
8 - Viburnum opulus	25,6	28,9	27,2	20,5	22,2	21,3	52,0	57,9	55,0	12,1	12,2	12,2
9 - Salix x smithiana	32,1	29,8	31,0	44,1	43,1	43,6	45,3	38,2	41,7	23,5	22,9	23,2
10 - Cornus alba	27,6	23,2	25,4				43,8	32,8	38,3	17,8	16,8	17,3
11 - Cornus sanguinea	36,7	33,7	35,2				45,6	39,9	42,7	31,7	29,8	30,7
12 - Salix purpurea	31,2	30,0	30,6	37,8	37,5	37,6	38,3	39,2	38,8	26,4	23,4	24,9
13 - Salix daphno.	34,5	33,7	34,1				43,0	42,2	42,6	26,0	23,6	24,8
Mittel	32,0	33,2	32,5	35,1	35,2	35,2	47,7	47,9	47,8	22,3	23,1	22,7
GD 5% WW		1,67					1,97				1,41	
GD 5% Art		1,19					1,40				1,00	
GD 5% Düng.		0,46					0,55				0,39	
14 - Rhus hirta 1970	39,0	46,8	42,9				57,7	68,8	63,2	21,0	23,0	22,0
15 - Rhus hirta 1971	38,6	44,4	41,5				55,5	63,5	59,5	21,8	22,7	22,4

Relativ hohe und in etwa mit den Mittelwerten der Knospen vergleichbare Na-Konzentrationen wurden im Holz von *Ligustrum vulgare* (D_1 : 32,4 ppm; D_4 : 39,4 ppm) und *Cornus sanguinea* (31,7 ppm) festgestellt.

Die Wirkung der hohen N-Düngung auf die Na-Konzentration der einzelnen Triebanteile und Gesamtsubstanz der Arten war wieder unterschiedlich. Im Mittel der 13 Gehölzarten von den Versuchen Gammelsbach zeigten sich die Na-Gehalte der Gesamtsubstanz und des Holzes in der D_4 -Variante gegenüber der D_1 -Variante signifikant erhöht, während im Mittel der Knospen und Rinden keine deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Düngungs-Varianten erkennbar waren. Bei den Blättern kam es nach der N-Düngung zu einem Rückgang der Na-Konzentration. Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten ergibt sich für die Gesamt-Na-Gehalte der einzelnen Arten, daß zwischen den Na-Gehalten von *Prunus mahaleb* und *Salix purpurea*, bzw. *Acer campestre* und *Prunus mahaleb*, bzw. *Salix purpurea* und *Salix x smithiana*, bzw. *Euonymus europaeus* und *Sambucus racemosa* keine signifikanten Unterschiede auftreten. Alle sonst zwischen den Arten auftretenden Unterschiede sind signifikant.

Rhus hirta lag mit dem Na-Gehalt seiner Gesamtsubstanz und der Rinde in beiden Versuchsjahren und Düngungs-Varianten über den entsprechenden Mitteln der Arten aus den Versuchen Gammelsbach, während im Holz das Gammelsbacher Versuchsmittel nur erreicht wurde.

5.5.7. Eisen

Die Eisen-Gehalte sind in Tabelle 21 wiedergegeben. Bei Betrachtung der Analysenergebnisse zeigt sich, daß *Ligustrum vulgare* die mit Abstand Fe-reichste aller 13 am Standort Gammelsbach gewachsenen Gehölzarten gewesen ist. Mit 103,2 ppm Fe in der D_1 - bzw. 106,2 ppm Fe in der D_4 -Variante der Gesamtsubstanz wurden fast doppelt so hohe Fe-Gehalte wie im Versuchsmittel (D_1 : 53,0 ppm; D_4 : 52,8 ppm)

Tab. 21: Die Eisen-Gehalte (in ppm d. ATM) der verschiedenen Gehölzarten in Abhängigkeit von der N-Düngung

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	51,4	49,7	50,5	147,3	118,3	132,8	85,0	77,3	81,1	28,0	26,5	27,3
2 - Acer campestre	51,2	43,8	47,5				118,0	107,0	112,5	24,3	16,7	20,5
3 - Euonymus europ.	62,2	56,8	59,5				159,0	129,0	144,0	23,3	22,8	23,1
4 - Ligustrum vulgare	103,2	106,2	104,7	* 188,5 [*] 194,9 191,7			118,2	99,5	108,8	21,4	21,2	21,3
5 - Prunus mahaleb	38,5	44,2	41,3				76,3	85,3	80,8	20,1	19,8	20,0
6 - Prunus serotina	36,5	33,6	35,0				69,3	56,0	62,6	18,4	18,4	18,4
7 - Sambucus racemö.	67,4	62,4	64,9				124,3	106,8	115,5	31,0	29,5	29,8
8 - Viburnum opulus	45,0	49,2	47,1	98,5	97,3	98,1	77,8	73,7	75,7	22,0	28,2	25,1
9 - Salix x smithiana	78,1	72,8	75,4	116,5	116,0	116,3	148,8	126,3	137,5	34,3	33,0	33,7
10 - Cornus alba	36,8	36,8	36,8				65,8	64,5	65,1	19,4	18,3	18,8
11 - Cornus sanguinea	37,3	37,8	37,6				55,3	55,0	55,2	27,3	27,0	27,2
12 - Salix purpurea	43,7	45,9	44,8	103,8	97,8	100,8	68,1	72,0	70,1	25,0	25,0	25,0
13 - Salix daphno.	37,7	47,5	42,6				55,1	67,5	61,3	20,4	24,0	22,2
Mittel	53,0	52,8	52,9	116,5	107,3	112,0	93,9	86,1	90,0	24,2	23,8	24,0
GD 5% WW A/D	2,45						3,32			1,64		
GD 5% Art	1,73						2,33			1,16		
GD 5% Düng.	0,68						0,92			0,46		
14 - Rhus hirta 1970	194,2	231,2	212,7				346,0	396,5	371,2	48,3	52,0	50,2
15 - Rhus hirta 1971	113,0	107,7	110,4				185,5	166,0	175,7	41,3	41,5	41,4

festgestellt. Noch höhere Fe-Konzentrationen in der Gesamtsubstanz wies *Rhus hirta* vom Versuch Beuern mit 194,2 ppm Fe (D_1) und 231,2 ppm Fe (D_4) im 1. Versuchsjahr bzw. 113,0 ppm Fe (D_1) und 107,7 ppm Fe (D_4) im 2. Versuchsjahr auf. Über dem Versuchsmittel der Gesamtsubstanz liegende Fe-Gehalte wiesen in beiden Düngungs-Varianten ferner *Salix x smithiana* (D_1 : 78,1 ppm; D_4 : 72,8 ppm), *Sambucus racemosa* (D_1 : 67,4 ppm; D_4 : 62,4 ppm) und *Euonymus europaeus* (D_1 : 62,2 ppm; D_4 : 56,8 ppm) auf. Als Fe-ärmste Gehölzarten können die beiden *Prunus*- und *Cornus*-Arten, *Viburnum opulus* sowie *Salix purpurea* und *Salix daphnoides* mit Werten zwischen 36,5 ppm und 45,0 ppm in der D_1 -Variante bzw. 33,6 ppm und 49,2 ppm in der D_4 -Variante der Gesamtsubstanz bezeichnet werden. Bei Betrachtung der in den Fraktionen gefundenen Fe-Gehalte ergaben sich für die Rinden von *Rhus hirta* vom Versuch Beuern im 1. Versuchsjahr mit 346 ppm (D_1) und 396,5 ppm (D_4) die mit Abstand höchsten Einzelwerte. Relativ günstige Fe-Konzentrationen zeigten außerdem die Blätter von *Ligustrum vulgare* (D_1 : 188,5 ppm; D_4 : 194,9 ppm), die Rinden von *Rhus hirta* im 2. Versuchsjahr (D_1 : 185,5 ppm; D_4 : 166 ppm), *Euonymus europaeus* (D_1 : 159 ppm; D_4 : 129 ppm), *Salix x smithiana* (D_1 : 148,8 ppm; D_4 : 126,3 ppm), *Sambucus racemosa* (D_1 : 124,3 ppm; D_4 : 106,8 ppm), *Acer campestre* (D_1 : 118,0 ppm; D_4 : 107,0 ppm) und *Ligustrum vulgare* (D_1 : 118,2 ppm; D_4 : 99,5 ppm) sowie alle Knospen mit einem Versuchsmittel von 116,5 ppm in der D_1 - und 107,3 ppm in der D_4 -Variante.

Nach der starken N-Düngung konnte bei *Ligustrum vulgare*, *Prunus mahaleb*, *Viburnum opulus*, *Salix purpurea* und *Salix daphnoides* eine signifikante Erhöhung der Fe-Konzentration in der Gesamtsubstanz festgestellt werden, während die beiden *Cornus*-Arten keine Unterschiede zwischen den Düngungs-Varianten aufwiesen. Bei den übrigen Gehölzarten lagen die Fe-Gehalte in der D_4 -Variante signifikant niedriger als in der D_1 -Variante. Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten ergibt sich für die Gesamt-Fe-Gehalte der einzelnen Arten, daß bis auf die Unterschiede zwischen *Cornus alba* und *Cornus sanguinea* bzw.

Acer campestre und *Viburnum opulus* alle sonst zwischen den Arten auftretenden Unterschiede signifikant sind.

Bei *Rhus hirta* vom Versuch Beuern konnte im 1. Versuchsjahr eine Erhöhung der Fe-Gehalte, dagegen im 2. Versuchsjahr eine Senkung in der D_4 -Variante beobachtet werden.

5.5.8. Mangan

Die Mangan-Gehalte sind in Tabelle 22 wiedergegeben. Danach stellen sich hinsichtlich der Höhe ihrer Mn-Konzentration 3 Arten-Gruppen heraus: einmal die Gehölzarten mit relativ hohen Mn-Gehalten, wozu *Salix purpurea* (D_1 : 210,4 ppm; D_4 : 195,7 ppm), *Salix x smithiana* (D_1 : 170,5 ppm; D_4 : 114,9 ppm), *Prunus serotina* (D_1 : 149 ppm; D_4 : 121,5 ppm), *Acer campestre* (D_1 : 118,2 ppm; D_4 : 127,9 ppm) und *Salix daphnoides* (D_1 : 105,2 ppm; D_4 : 83,2 ppm) zu rechnen sind, zum anderen eine Gruppe mit Mn-Gehalten zwischen 52,2 ppm und 70,4 ppm (*Sambucus racemosa*, *Ligustrum vulgare* und *Ribes nigrum*) und schließlich die Gruppe mit den niedrigsten Mn-Werten (13 ppm- 33,3 ppm), der die Arten *Cornus alba* und *Cornus sanguinea*, *Viburnum opulus*, *Euonymus europaeus*, *Prunus mahaleb* und *Rhus hirta* angehören.

Die absolut höchsten Mn-Gehalte wurden in den Knospen (323 ppm) und Rinden (359,5 ppm) von *Salix purpurea*, in den Rinden von *Prunus serotina* (338,8 ppm), in den Knospen (212 ppm) und Rinden (270 ppm) von *Salix x smithiana* sowie in den Rinden von *Acer campestre* (264 ppm) festgestellt.

Außer bei *Acer campestre*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum opulus* und *Rhus hirta* (1970), bei denen nach der starken N-Düngung eine Erhöhung der Mn-Gehalte beobachtet wurde, zeigten die übrigen untersuchten Gehölzarten zum Teil erheblich geringere Mn-Gehalte in der D_4 -Variante. In diesem Zusammenhang sind in erster Linie die drei *Salix*-Arten und *Prunus serotina* zu nennen. Die zwischen den Mitteln der beiden Düngungs-

Tab. 22: Der Einfluß der N-Düngung auf die Mangan-Gehalte (in ppm d. ATM) verschiedener Verbißgehölzarten

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	57,3	53,4	55,3	129,0	128,0	128,5	95,0	82,0	88,5	32,5	29,0	30,8
2 - Acer campestre	118,2	127,9	123,0				247,8	264,3	256,0	66,0	69,4	67,7
3 - Euonymus europ.	24,6	23,0	23,8				47,0	40,0	43,5	15,6	15,0	15,3
4 - Ligustrum vulgare	56,1	70,5	63,3	*	113,9*	142,5*	128,2	48,0	48,0	14,5	14,5	14,5
5 - Prunus mahaleb	33,3	29,5	31,4				77,7	61,5	69,6	11,7	10,6	11,1
6 - Prunus serotina	149,0	121,5	135,2				338,8	238,5	288,6	44,4	41,5	42,9
7 - Sambucus racemo.	52,2	51,1	51,7				103,5	97,6	100,5	18,0	16,9	17,5
8 - Viburnum opulus	21,5	24,5	23,0	54,5	53,2	53,8	35,5	40,6	38,0	11,0	11,0	11,0
9 - Salix x smithiana	170,5	114,9	142,7	212,0	134,0	173,0	270,0	183,3	226,6	109,8	67,5	88,6
10 - Cornus alba	19,0	16,0	17,5				33,3	26,0	29,6	10,0	9,2	9,6
11 - Cornus sanguinea	19,6	13,0	16,3				33,0	19,9	26,4	12,1	8,7	10,4
12 - Salix purpurea	210,4	195,7	203,0	323,0	273,5	298,2	359,5	337,5	348,5	110,5	95,5	103,0
13 - Salix daphno.	105,2	83,2	94,2				154,0	128,5	141,2	56,5	30,1	43,3
Mittel	79,8	71,1	75,3	179,6	147,3	163,3	141,7	120,5	131,1	39,4	32,2	35,8
GD 5% WW	A/D											
GD 5% Art	3,37						4,57			2,17		
GD 5% Düng.	2,38						3,23			1,54		
	0,97						1,28			0,60		
14 - Rhus hirta 1970	31,9	33,3	32,6				49,0	48,8	48,9	15,5	16,5	16,0
15 - Rhus hirta 1971	32,2	26,0	29,1				54,6	41,8	48,2	10,0	8,0	9,0

Varianten auftretenden Unterschiede der Mn-Gehalte sind signifikant. Im Mittel der Düngungs-Varianten ergibt sich für die Gesamt-Mn-Gehalte der einzelnen Arten, daß bis auf die Unterschiede zwischen *Cornus alba* und *Cornus sanguinea* bzw. *Euonymus europaeus* und *Viburnum opulus* alle sonst zwischen den Arten auftretenden Unterschiede signifikant sind.

5.5.9. Zink

Die Zink-Gehalte sind in Tabelle 23 zusammengestellt. Als Zn-reichste Gehölzarten erwiesen sich *Salix x smithiana* (110,9 ppm), *Salix daphnoides* (D_1 : 105,4 ppm; D_4 : 141 ppm) und *Cornus alba* (102 ppm), gefolgt von *Salix purpurea* (82 ppm) und *Ribes nigrum* (58,9 ppm). Umgekehrt wurden bei *Rhus hirta* 1971 (17,5 ppm), *Acer campestre* (23,4 ppm), *Euonymus europaeus* (23,6 ppm) und *Cornus sanguinea* (25,3 ppm) die niedrigsten Zn-Gehalte in der Gesamsubstanz gefunden. Bei Betrachtung der Einzelwerte ergibt sich, daß die Liguster-Blätter mit 41,7 ppm in der D_1 -Variante bzw. 23,2 ppm in der D_4 -Variante wesentlich niedrigere Zn-Konzentrationen als die Knospen und Rinden aufweisen. Die absolut höchsten Zn-Gehalte der Versuche wurden von den Rinden von *Salix x smithiana* (211,5 ppm), *Cornus alba* (202,3 ppm), *Salix daphnoides* (D_1 : 163 ppm; D_4 : 218 ppm) und *Salix purpurea* (144 ppm) sowie von den Knospen von *Salix purpurea* (D_1 : 148 ppm; D_4 : 141 ppm) und *Salix x smithiana* (D_4 : 128,8 ppm) erbracht. Relativ hohe Zn-Gehalte wurden im Holz von *Salix x smithiana* (52,8 ppm), *Salix daphnoides* (47,8 ppm), *Ribes nigrum* (46,6 ppm) und *Cornus alba* (42,0 ppm) festgestellt.

Die hohe N-Düngung hatte bei den Gehölzarten mit Ausnahme von *Euonymus europaeus*, *Prunus serotina*, *Cornus sanguinea* und *Salix daphnoides* eine signifikante Abnahme der Zn-Konzentrationen zur Folge. Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten ergibt sich für die Gesamt-Zn-Gehalte der einzelnen Gehölzarten, daß zwischen den Zn-Gehalten von *Acer campestre* und *Prunus mahaleb*, bzw. *Prunus mahaleb* und

Tab. 23: Der Einfluß der N-Düngung auf die Zink-Gehalte (in ppm d. ATM) verschiedener Verbißgehölzarten

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	58,9	42,0	50,5	60,0	45,8	52,9	80,1	60,9	70,5	46,6	29,0	37,8
2 - Acer campestre	23,4	22,4	22,9				63,8	58,4	61,1	7,1	7,0	7,1
3 - Euonymus europ.	23,6	25,5	24,6				56,6	56,2	56,4	10,3	11,0	10,7
4 - Ligustrum vulgare	31,3	20,8	26,1	*	23,2	* 32,5	48,8	35,1	42,0	9,4	7,6	8,5
5 - Prunus mahaleb	28,2	19,3	23,8				61,7	36,8	49,3	11,9	9,0	11,0
6 - Prunus serotina	29,9	39,2	34,6				54,6	75,8	65,2	16,3	14,1	15,2
7 - Sambucus racemo.	29,0	25,4	27,2				56,3	47,6	52,0	11,6	8,9	10,3
8 - Viburnum opulus	32,7	29,9	31,3	36,0	35,5	35,8	68,8	58,9	63,9	11,6	10,0	10,8
9 - Salix x smithiana	110,9	76,4	93,7	108,3	128,8	118,6	211,5	135,3	173,4	52,8	32,0	42,4
10 - Cornus alba	102,0	69,0	85,0				202,3	134,4	168,4	42,0	25,6	34,3
11 - Cornus sanguinea	25,3	33,2	29,3				48,5	69,0	58,8	12,4	10,8	11,6
12 - Salix purpurea	82,0	70,5	76,3	148,0	141,0	144,5	144,0	122,0	133,0	39,4	31,3	35,4
12 - Salix daphno.	105,4	141,0	123,2				163,0	218,0	190,5	47,8	50,3	49,1
Mittel	52,5	47,3	49,6	88,1	88,0	88,1	96,9	85,3	91,1	24,6	18,9	21,9
GD 5% WW A/D	2,23						3,21			1,25		
GD 5% Art	1,57						2,27			0,88		
GD 5% Düng.	0,61						0,89			0,35		
14 - Rhus hirta 1970	30,4	38,1	34,6				36,0	40,3	38,2	27,0	35,8	31,4
15 - Rhus hirta 1971	17,5	16,7	17,1				23,3	21,9	22,6	11,8	10,8	11,4

Euonymus europaeus, bzw. *Ligustrum vulgare* und *Sambucus racemosa* keine signifikanten Unterschiede auftreten. Alle sonst zwischen den Arten auftretenden Unterschiede sind signifikant.

Der auf dem Standort Beuern gewachsene *Rhus hirta* zeigte nach der Volldüngung im 1. Versuchsjahr eine Zunahme seiner Zn-Gehalte von 30,4 auf 38,1 ppm in der Gesamtsubstanz, wogegen diese im 2. Versuchsjahr leicht abgenommen haben; der Abfall, gemessen an den Relativwerten des Vorjahres, ist hingegen erheblich.

5.5.10. Kupfer

Die Kupfer-Gehalte sind in Tabelle 24 wiedergegeben. Die Cu-Gehalte schwanken in der D₁-Variante der Gesamtsubstanz bei einem Versuchsmittel von 6,8 ppm zwischen 5,2 ppm (*Euonymus europaeus* und *Prunus mahaleb*) und 11,0 ppm (*Sambucus racemosa*). In der D₄-Variante der Gesamtsubstanz wie bei allen Einzelwerten (Knospen, Blätter, Rinde, Holz) ist ein signifikanter Abfall der Cu-Konzentrationen festgestellt worden.

Die weitaus höchsten Gehalte an Kupfer wiesen die Knospen von *Ribes nigrum* (35,0 ppm) und *Viburnum opulus* (19,6 ppm) sowie die Rinde von *Sambucus racemosa* (20,8 ppm) auf. Weit über dem Versuchsmittel (9,3 ppm) liegt außerdem der Cu-Gehalt in den Rinden von *Viburnum opulus* (14,5 ppm), *Ribes nigrum* (12,7 ppm), *Prunus serotina* (11,4 ppm) und *Acer campestre* (10,6 ppm).

Relativ hohe Cu-Gehalte wurden im Holz der Arten *Ribes nigrum* (8,0 ppm) und *Cornus sanguinea* (7,2 ppm) gefunden. Sie liegen vergleichsweise höher als die der Liguster-Blätter (6,0 ppm), die der Knospen von *Salix x smithiana* und *purpurea* (6,8 bzw. 6,7 ppm) und die der Rinden einiger Arten.

Im Mittel der beiden Düngungs-Varianten konnten zwischen den Gesamt-

Tab. 24: Der Einfluß der N-Düngung auf die Kupfer-Gehalte (ppm d. ATM) verschiedener Verbißgehölzarten

Arten	Gesamt			Knospen (*Blätter)			Rinde			Holz		
	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel	D ₁	D ₄	Mittel
1 - Ribes nigrum	10,4	9,2	9,8	35,0	20,0	27,5	12,7	10,6	11,6	8,0	7,5	7,8
2 - Acer campestre	7,7	7,1	7,4				10,6	9,4	10,0	6,5	6,1	6,4
3 - Euonymus europ.	5,2	4,0	4,6				8,2	5,2	6,7	4,0	3,5	3,8
4 - Ligustrum vulgare	6,0	4,7	5,4	*	5,0	5,5	7,5	5,3	6,4	5,0	3,9	4,5
5 - Prunus mahaleb	5,2	4,5	4,9				7,7	6,5	7,1	4,0	3,4	3,7
6 - Prunus serotina	6,7	6,3	6,5				11,4	8,2	9,8	4,1	3,7	3,9
7 - Sambucus racemo.	11,0	9,0	10,0				20,8	16,1	18,4	4,8	4,0	4,4
8 - Viburnum opulus	9,0	7,5	8,3	19,6	16,0	17,8	14,5	10,0	12,3	5,2	5,0	5,1
9 - Salix x smithiana	5,6	4,3	5,0	6,8	5,7	6,3	5,7	3,5	4,6	5,4	4,7	5,1
10 - Cornus alba	5,7	4,1	4,9				5,3	4,4	4,8	6,0	3,8	4,9
11 - Cornus sanguinea	7,1	4,6	5,9				7,0	4,3	5,6	7,2	4,8	6,0
12 - Salix purpurea	5,6	5,0	5,3	6,7	5,7	6,2	4,8	4,6	4,7	6,0	5,2	5,6
13 - Salix daphno.	6,1	5,5	5,8				5,6	5,1	5,4	6,6	6,0	6,3
Mittel	6,8	5,8	6,4	17,0	11,8	14,4	9,3	7,1	8,2	5,6	4,7	5,1
GD 5% WW		0,38										
GD 5% Art		0,26					0,50			0,29		
GD 5% Düng.		0,10					0,35			0,21		
							0,14			0,08		
14 - Rhus hirta 1970	6,6	7,9	7,3				8,1	8,7	8,4	5,2	7,1	6,1
15 - Rhus hirta 1971	5,7	7,5	6,6				6,8	8,2	7,5	4,6	6,8	5,7

Cu-Gehalten der einzelnen Arten - mit Ausnahme von *Cornus alba*, *Prunus mahaleb* und *Salix x smithiana*, bzw. *Salix daphnoides* und *Cornus sanguinea*, bzw. *Salix purpurea* und *Ligustrum vulgare* - signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Bei *Rhus hirta* konnte im 1. Versuchsjahr für die Gesamtsubstanz in der D_1 -Variante ein Cu-Gehalt festgestellt werden, der das Mittel der Versuche Gammelsbach erreichte, während im 2. Versuchsjahr ein recht deutlicher Abfall der Cu-Konzentration eintrat. Nach Volldüngung wurden die Cu-Gehalte stark angehoben. Es wurden mit 7,9 ppm (1970) bzw. 7,5 ppm (1971) gegenüber 5,8 ppm Cu-Werte erreicht, die über dem Versuchsdurchschnitt Gammelsbach lagen. In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, daß der in der D_4 -Variante der Versuchsanlage Beuern verwendete Volldünger "Weidevollkorn" unter anderem 0,1 % Kupfer enthält.

Die Mineralstoff-Analysen haben ergeben, daß in den einzelnen Fraktionen der Arten und in den beiden Düngungs-Varianten die Werte zum Teil erheblichen Schwankungen unterliegen. Es hat sich aber auch gezeigt, daß diese Konzentrationsunterschiede nicht für alle Gehölzarten und Mineralstoffe zutreffen; das gilt sowohl für die D_1 - als auch für die D_4 -Variante.

Ebenso artspezifische wie fraktionelle Unterschiede zeigten die Mengen- und Spurenelemente der Triebe in ihrem Verhalten gegenüber der hohen N-Düngung. In der folgenden Übersicht sind die Auswirkungen der N-Düngung auf die Mineralstoffgehalte der Gesamtriebe von den auf dem Standort Gammelsbach gewachsenen Gehölzarten wiedergegeben, wobei (-) einen Abfall, (=) ein Gleichbleiben und (+) einen Anstieg des jeweiligen Elementes in der D_4 -Variante anzeigen:

	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
<i>Ribes nigrum</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Acer campestre</i>	-	-	-	=	-	-	+	-	-
<i>Euonymus europaeus</i>	+	+	+	-	-	-	-	+	-
<i>Ligustrum vulgare</i>	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>Prunus mahaleb</i>	=	-	+	-	=	+	-	-	-
<i>Prunus serotina</i>	+	+	-	=	-	-	-	+	-
<i>Sambucus racemosa</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Viburnum opulus</i>	+	+	-	+	+	+	+	-	-
<i>Salix x smithiana</i>	-	+	=	=	-	-	-	-	-
<i>Cornus alba</i>	-	=	-	-	-	=	-	-	-
<i>Cornus sanguinea</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Salix purpurea</i>	=	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>Salix daphnoides</i>	+	+	+	-	-	+	-	+	-

Nach diesen Beobachtungen ergibt sich für die Mehrzahl der Mineralstoffe ein Konzentrationsabfall in der D₄- gegenüber der D₁-Variante. Er kann dahingehend erklärt werden, daß sich infolge eines erheblichen Zuwachses der Pflanzenorgane bei Zunahme neu entstehender Assimilationsprodukte ein echter Verdünnungs-Effekt einstellt. Bei dem auf der Versuchsanlage Beuern angezogenen Rhus hirta zeigten sich in der D₄-Variante die Mineralstoffe erhöht, die mit der Voll- und Mineralstoffdüngung zugegeben wurden, also P, K, Mg, Na und Cu.

6. DISKUSSION

Im folgenden sollen zunächst die Gehalte an organischen und anorganischen Inhaltsstoffen sowie der Verdauungswert des Rohproteins von einheimischem Heu und Stroh mit den entsprechenden Durchschnittswerten der verschiedenen Verbißgehölzarten verglichen werden. Darüberhinaus sind den Verbißgehölzen die Rohprotein- und Mineralstoffgehalte von südwestafrikanischen Savannenpflanzen, die einzige Futtergrundlage für die dort gehaltenen Karakul-Schafe, gegenübergestellt.

Bei der Gegenüberstellung, die in Tabelle 25 wiedergegeben ist, stellen die Gehalte der einzelnen Verbißgehölzarten Mittelwerte der beiden Düngungs-Varianten in der Gesamtsubstanz dar.

In bezug auf seinen Rohfasergehalt weist lediglich *Ligustrum vulgare* einen mit Wiesenheu bester Qualität vergleichbaren Wert auf, was bei einem mittleren Blattanteil von 33 % auch zu erwarten war. Die Rohfasergehalte der übrigen Gehölzarten liegen entweder bei den Durchschnittswerten von Heu aus Deutschem Weidelgras bzw. in der Blüte stehender Luzerne oder (bei 3 Arten) leicht darüber, jedoch in allen Fällen weit unter den Gehalten von Gersten-, Weizen- und Haferstroh.

Hinsichtlich ihres Rohproteingehaltes liegen die untersuchten Gehölzarten zwar zum Teil erheblich unter den Durchschnittswerten guten Wiesenheus, jedoch verringert sich die Differenz unter Berücksichtigung der größtenteils günstigeren Rohprotein-Verdaulichkeit der Gehölzarten, so daß, insgesamt gesehen, die Gehölze mit ihrem Gehalt an verdaulichem Rohprotein mittelgutem Wiesenheu gleichzusetzen sind. Im Vergleich zu Heu von Deutschem Weidelgras werden von der Mehrzahl der Verbißgehölze etwa gleich hohe Gehalte an verdaulichem Rohprotein erzielt, während sie, verglichen mit Gersten-, Weizen- und Haferstroh, 5-6mal höher liegen.

Im Gegensatz zu den südwestafrikanischen Weidegräsern weisen alle Ge-

hölzarten einen wesentlich höheren Gehalt an Rohprotein auf.

An P und Mg, aber besonders an K, Na und Fe sind die Verbißgehölze verhältnismäßig arm, wogegen mit Wiesenheu guter bis sehr guter Qualität vergleichbare Ca-Gehalte festgestellt werden konnten. "Gesunden Weiden" entsprechende Gehalte weisen die meisten Gehölzarten für Mn und Cu auf, während die Zn-Konzentration weit über jenen von Wiesenheu (Mittel vieler Proben) liegt.

Werden die Knospen, Blätter und Rinden für sich betrachtet, sehen die Verhältnisse wesentlich günstiger aus, wie auch von anderen Autoren (u. a. NEHRING und SCHÜTTE, 1951; NEHRING und SCHRAMM, 1951; WÖHLBIER und LINDNER, 1959 sowie CONRADI, 1960) für Blätter und Rinden anderer Gehölzarten ein relativ günstiger Futterwert festgestellt wurde.

Die Rohfasergehalte der Knospen und insbesondere die der Blätter liegen in beiden Düngungs-Varianten deutlich unter bzw. die der Rinden unwesentlich über den Durchschnittswerten von Wiesenheu, 1. Schnitt, bester Qualität.

In ihren Gehalten an verdaulichem Rohprotein können die Knospen, Blätter und Rinden mit Wiesenheu guter bis sehr guter Qualität verglichen werden, während die P-Konzentration, für den Gesamt-Trieb als Minimumfaktor beschrieben, bei den Knospen gutem Wiesenheu und bei den Rinden Heu von in der Blüte stehender Luzerne gleichkommt.

Bemerkenswert hoch liegen die mit Wiesenheu bester Qualität vergleichbaren P- und Ca-Gehalte der Ligusterblätter sowie deren Fe-Konzentrationen, die jene für "Gesunde Weiden" angegebenen Durchschnittswerte erreichen.

Nach BRÜGGEMANN (1970) und BUBENIK (1959) benötigen die Cerviden, insbesondere das Rotwild, als Wiederkäuer in ihrer Äsung zähe, verholzte Pflanzenteile, das heißt Ballast. Verschiedene Fütterungsversuche haben gezeigt, daß die durch Ballastsubstanzen bedingte grobe Strukturierung

der Baum- und Strauchäsung auf die Bewegung und Verwertung der Nahrung im Magen-Darm-Kanal förderlich wirkt und deswegen notwendig ist. Wie JUON (1963) berichtet, ist das Wild nicht in der Lage, die für Haustiere vorzüglich verdaulichen Futtersorten (Luzerne usw.) ohne schwer- bzw. unverdauliche Rohfaser im Futter voll auszuwerten. Er zieht daraus den Schluß, daß die mechanischen und strukturellen Eigenschaften des Futters für Cerviden unter Umständen wichtiger sein können als der eigentliche Nährstoffgehalt.

Den Einfluß eines Mangels an Rohprotein, Ca und P auf Körperwachstum und Geweihbildung des amerikanischen Trughirsches haben FRENCH und Mitarbeiter (1957) untersucht und festgestellt, daß bei Mangel dieser Nährstoffe körperliche Entwicklungsstörungen und dünne, stiftartige Geweihe die Folge sind. Bei entsprechenden Zulagen an Rohprotein und insbesondere Ca und P zu den Mangelrationen ist eine Verbesserung der Geweihentwicklung beobachtet worden. Diese Fütterungsversuche zeigen, daß für Cerviden neben den Ballastsubstanzen eine ebenso genügende Versorgung mit Rohprotein, Ca und P notwendig ist. Ob die untersuchten Gehölzarten ein dem täglichen Äsungsbedarf entsprechendes Äsungsangebot an diesen Nährstoffen zu liefern imstande sind und in welcher Größenordnung das Angebot an verdaulichem Rohprotein, Ca und P vorliegt, soll am Beispiel der Äsungsverhältnisse des ausgewachsenen Rehes aufgezeigt werden. Dazu wird der von ESSER (1956) und CONRADI (1960) errechnete tägliche Äsungsbedarf dem vorhandenen Äsungsangebot gegenübergestellt.

Das in Tabelle 26 aufgeführte Äsungsangebot errechnet sich aus den jeweiligen Analysenwerten der beiden Düngungs-Varianten und dem täglichen Äsungsbedarf von 700 g Trockenmasse.

Wie aus Tabelle 26 hervorgeht, kann der tägliche Bedarf an verdaulichem Rohprotein in der natürlichen Strauchäsung lediglich von *Euonymus europaeus* und *Salix daphnoides* gedeckt werden. Das Angebot an P ist ausreichend und jenes an Rohfaser und Ca bei allen Gehölzarten reichlich.

Tab. 26: Mittlere Verfügbarkeit an verdaulichem Rohprotein, Rohfaser, Ca und P einer Äsung von 700 g Trockenmasse und täglicher Äsungsbedarf des ausgewachsenen Rehes

	Trocken- masse	Verdaul. Rohprot.		Rohfaser		Ca		P	
		g		g		g		g	
		D ₁	D ₄	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄	D ₁	D ₄
<u>Äsungsangebot</u>	700								
Ribes nigrum		20	32	245	235	5,2	5,9	1,3	1,1
Acer campestre		20	28	277	267	4,3	4,0	0,8	0,8
Euonymus europ.		34	46	247	230	4,3	4,8	1,1	1,2
Ligrum vulg.		29	38	169	155	4,3	4,2	1,5	1,1
Prunus mahaleb		13	17	260	248	3,2	3,9	0,6	0,6
Prunus serotina		25	37	259	243	3,9	3,6	0,8	0,9
Sambucus racem.		30	43	250	239	4,8	5,5	1,3	1,2
Viburnum opulus		19	26	244	227	4,6	4,3	0,8	1,1
Salix x smithiana		28	35	267	259	4,1	4,1	0,8	0,7
Cornus alba		21	27	223	208	4,3	3,6	1,2	0,9
Cornus sanguinea		29	37	225	213	5,6	5,2	1,3	1,0
Salix purpurea		29	36	251	236	3,0	3,4	1,0	1,0
Salix daphnoides		33	44	218	207	4,3	4,8	1,1	1,1
Rhus hirta 1971		27	41	237	223	4,1	4,6	0,7	0,9
Mittel	700	25	34	241	228	4,3	4,4	1,1	1,0
<u>Äsungsbedarf</u>	700	35		-		1-1,5		1	

Durch die hohe N-Düngung kann das natürliche Eiweiß-(Rohprotein-) Minimum bei den meisten der untersuchten Gehölzarten behoben werden: Im Arten-Mittel wurde der tägliche Äsungsbedarf von 35 g verdaulichem Rohprotein pro 700 g geäste Trockenmasse knapp erreicht, bzw. mit ihren Einzelwerten von acht Gehölzarten, von denen besonders *Euonymus europaeus*, *Salix daphnoides*, *Sambucus racemosa* und *Rhus hirta* erwähnt sein sollen, übertroffen.

Während sich im P- und Ca-Angebot keine düngungsbedingten Veränderungen ergeben haben, wird der Anteil der Rohfaser gesenkt.

Als Fazit dieser Betrachtungen kann festgestellt werden, daß sich durch die erhebliche Steigerung des Äsungsangebotes an verdaulichem Rohprotein bei gleichzeitig fallenden Rohfaseranteilen der Äsungswert der N-gedüngten Gehölzarten stark verbessert hat, so daß es dem Rehwild auch bei reiner Strauchäsung möglich ist, die Äsungslücke des Winters ohne körperliche Schäden zu überstehen. Zwar kann die Erstellung einer solchen Gehölzanlage mit zunächst relativ hohen Kosten verbunden sein, jedoch wird diese einmalige Investition gerechtfertigt durch eine langjährige Nutzung, verbunden mit einem verhältnismäßig geringfügigen Aufwand für Wartung und Pflege, und, wie bereits gesagt, durch den Äsungswert der Gehölze.

Bei der abschließenden Betrachtung der einzelnen Gehölzarten werden nur die markanten Unterschiede herausgestellt:

Ribes nigrum, vom Wild nur gering verbissen, zeigt ein in beiden Düngungs-Varianten unter dem jeweiligen Versuchsmittel liegendes Höhenwachstum und gehört so mit *Viburnum opulus* und *Cornus sanguinea* zu den Gehölzen mit niedrigem Wuchs.

Die in den Fraktionen und in der Gesamtsubstanz erbrachten ATM-Erträge liegen in beiden Düngungs-Varianten erheblich unter dem für die Versuche Gammelsbach errechneten Versuchsmittel. Niedrigere ATM-

Erträge wurden in der D_1 -Variante nur von *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus* und *Sambucus racemosa*, in der D_4 -Variante von *Viburnum opulus* und *Euonymus europaeus* erzielt.

Das ATM/Wasser-Verhältnis kann in beiden Düngungs-Varianten als sehr günstig bezeichnet werden.

Die Rohproteingehalte lagen in der D_1 -Variante lediglich bei *Prunus mahaleb* und *Cornus alba* niedriger, wogegen in der D_4 -Variante beim Versuchsmittel liegende Gehalte festgestellt wurden. Im Vergleich zu den übrigen Gehölzarten wurden damit die größten Steigerungen erzielt.

Einen ausgesprochen hohen Gehalt hat *Ribes nigrum* an Mengen- und Spurenelementen. So wurden in den Knospen die mit Abstand höchsten Cu-Gehalte des Versuches gefunden. Vergleichsweise höhere Gehalte als in den übrigen Knospen wurden außerdem für P, K, Ca, Mg und Fe festgestellt; dasgleiche gilt mit Ausnahme von Fe für das Holz, während die Rinden bei den meisten Nährelementen nur eine Mittelstellung einnehmen.

Acer campestre, vom Wild mäßig verbissen, erbrachte in beiden Düngungs-Varianten weit unter dem Versuchsmittel liegende ATM-Erträge.

Bei dem im Vergleich zu den übrigen Gehölzarten höchsten Holzanteil lagen die Rohproteingehalte der Gesamtsubstanz relativ niedrig und umgekehrt die Rohfasergehalte über denen aller Arten.

Dagegen wiesen die Rinden recht gute Gehalte an Rohprotein, gute Gehalte an K, Fe und Cu sowie sehr gute an Ca und Mn auf. An P und Mg besitzt die Rinde gegenüber fast allen anderen Arten einen geringeren Gehalt.

Bei den relativ hohen Ca- und niedrigen P-Gehalten ist das Ca/P-Verhältnis entsprechend weit. Der Futterwert dieser Gehölzart wird außerdem durch eine niedrige Verdaulichkeit des Rohproteins und ein relativ enges ATM/Wasser-Verhältnis herabgesetzt. In den Fraktionen nimmt

die hohe N-Düngung unterschiedlich Einfluß auf die Mineralstoff-Werte. Während sie im Holz mit Ausnahme von Mn konstant geblieben sind, nehmen sie in der Rinde mit Ausnahme von Mn ab.

Euonymus europaeus war hinsichtlich seines Verbisses und Futterwertes eine der auffallendsten der untersuchten Verbißgehölzarten. Es zeigte sich, daß diese Art sowohl vom Reh- als auch vom Rotwild ebenso wie *Ligustrum vulgare* mit Abstand am besten verbissen wurde und die den Futterwert bestimmenden Inhaltsstoffe sowie das ATM/Wasser- und Ca/P-Verhältnis sehr günstige Werte aufweisen. In der Rinde der D₁-Variante wurden Rohproteingehalte festgestellt, die mit Wiesenheu sehr guter Qualität vergleichbar waren, während die der D₄-Variante mit Wiesenheu bester Qualität verglichen werden konnten. Selbst im Holz konnten noch bessere Rohproteingehalte als in Stroh nachgewiesen werden. Die Verdaulichkeit des Rohproteins, die in der D₄-Variante um 10 % erhöht werden konnte, erreichte in den beiden Fraktionen (Rinde, Holz) und in den beiden Düngungs-Varianten Höchstwerte.

Mit seinem Gehalt an Mineralstoffen übertrifft *Euonymus europaeus* das Versuchsmittel für P, K, Ca, Mg, Na und Fe, während es bei Mn, Zn und Cu nicht erreicht wird. Auffallend hohe und nur von den Liguster-Blättern übertroffene Fe-Gehalte wurden in der Rinde festgestellt.

Das Höhenwachstum, in der D₁-Variante weit unter dem Versuchsdurchschnitt liegend, konnte durch den Einfluß der hohen N-Düngung stark erhöht werden; lediglich bei *Sambucus racemosa* wurde ein relativ noch größerer Höhenzuwachs festgestellt.

Die ATM-Erträge erhöhten sich in der D₄-Variante auf knapp das Vierfache, obgleich das Versuchsmittel bei weitem nicht erreicht wurde.

Hervorzuheben ist außerdem die 10 %ige Erhöhung des Rindenanteils in der D₄-Variante auf Kosten des Holzes.

Ligustrum vulgare, gemeinsam mit *Euonymus europaeus* die von Reh- und Rotwild am besten und konstantesten verbissene Gehölzart, zeigte neben *Salix purpurea* und *Cornus alba* den relativ geringsten Höhenzuwachs nach der N-Düngung. Die Verdreifachung der ATM-Erträge erklärt sich aus einer starken Verbuschung der Sträucher und einer deutlichen Zunahme der Blatt-Erträge.

Auf Grund des hohen Blatt- und vergleichsweise geringen Holzanteils ist das ATM/Wasser-Verhältnis dieser Art günstiger als das der übrigen untersuchten Gehölzarten.

Die Rohfasergehalte liegen in allen Fraktionen (Blätter, Rinde, Holz) und in den beiden Düngungs-Varianten mit Abstand am niedrigsten, während sich die Gehalte an Rohprotein in der D_1 -Variante nach *Salix daphnoides* und *Euonymus europaeus* an dritter, bzw. in der D_4 -Variante nach den beiden genannten Arten und *Prunus serotina* sowie *Sambucus racemosa* an fünfter Stelle placieren. Dabei sind die Blätter zum größten Teil rohproteinreicher als die Knospen und Rinden. Ebenso zeigen die Blätter in der D_1 -Variante für P, K, Ca, Na und Fe höhere Konzentrationen als die Durchschnittswerte der Knospen und Rinde. Gegenüber dem Rinden-Mittel wurden in den Blättern sogar doppelt so hohe Fe-Werte gefunden. In der D_4 -Variante ergaben sich Abweichungen für P und K: ihre Gehalte unterschreiten das Knospen- und Rinden-Mittel.

Die Rinde wies verhältnismäßig niedrige Mineralstoffgehalte auf. Sie hatte die geringsten Gehalte an Ca und Zn und lag lediglich bei K und Fe über dem Versuchsdurchschnitt. In allen Fraktionen relativ niedrige Gehalte wurden für die Spurenelemente Mn, Zn und Cu festgestellt.

In der D_4 -Variante verringerten sich die Mineralstoff-Gehalte mit Ausnahme von Mg, Na, Fe und Mn.

Prunus mahaleb wurde vom Rehwild zwar den gesamten Winter über, aber nur mäßig verbissen.

Die durch die hohe N-Düngung erzielte Steigerung des ATM-Ertrages auf gut das Zweieinhalbfache ist ähnlich dem Liguster neben einem Höhenzuwachs auf eine verstärkte Verzweigung der Triebe zurückzuführen.

Die ATM-Erträge der Fraktionen Rinde und Holz liegen in beiden Düngungs-Varianten erheblich über dem Versuchsmittel.

In der D₄-Variante zeigte sich wie schon bei *Euonymus europaeus* ein deutlicher Rindenzuwachs.

Der Futterwert dieser Gehölzart ist verhältnismäßig gering und mit Ausnahme von Mg und Zn, für die deutlich höhere Werte gefunden wurden, mit jenem von Stroh vergleichbar.

Bei einem nur von *Acer campestre* und *Salix x smithiana* übertroffenen Rohfasergehalt wurden die niedrigsten Rohproteingehalte und die ungünstigsten Verdauungswerte für das Rohprotein festgestellt. Ebenso ist *Prunus mahaleb* arm an Mineralstoffen. Mit Ausnahme von Mg, für das gemeinsam mit *Sambucus racemosa* Höchstwerte nachgewiesen wurden, und von relativ günstigen Na-Gehalten in der Rinde liegen die Gehalte der übrigen Mengen- und Spurenelemente zum Teil erheblich unter dem jeweiligen Versuchsdurchschnitt. Das errechnete Ca/P-Verhältnis war relativ weit.

Die hohe N-Düngung bewirkte in der Gesamtsubstanz mit Ausnahme von Ca und Fe (Steigerung) und P sowie Na (keine Unterschiede zwischen den Düngungs-Varianten) einen Abfall der Mineralstoff-Konzentration.

Prunus serotina, vom Reh- und Rotwild nur wenig verbissen, erbrachte in beiden Düngungs-Varianten nach *Salix x smithiana* die höchsten ATM-Erträge der Versuche.

Mit einem durch die N-Düngung bedingten Anstieg der Rindenanteile erhöhte sich der Rinden-Ertrag der ATM, und zwar auf das Dreifache gegenüber einer Steigerung des Holz-Ertrages auf gut das Doppelte.

Der Rohfasergehalt lag in beiden Düngungs-Varianten deutlich über dem Versuchsmittel. Für das Rohprotein wurde in der D_1 -Variante der Gesamtsubstanz ein Gehalt festgestellt, der knapp über dem Versuchsmittel lag. Durch eine beträchtliche Steigerung in der D_4 -Variante schob sich *Prunus serotina* in die Gruppe der besten Rohprotein-Träger der Versuche, zu der außerdem *Salix daphnoides*, *Euonymus europaeus* und *Sambucus racemosa* gehören. In der Rinde wurde ein Rohprotein-gehalt nachgewiesen, der mit Wiesenheu bester Qualität ebenso zu vergleichen ist wie der Verdauungswert dieses Rohproteins. An Mengen- und Spurenelementen ist *Prunus serotina* ebenso wie *Prunus mahaleb*, abgesehen von einigen wenigen Ausnahmen, ausgesprochen arm. Gute Gehalte sind lediglich für Cu und sehr gute für Mn gefunden worden. Vor allem die Rinde zeichnet sich durch sehr gute Mn- und Cu-Gehalte aus. Das weiteste Ca/P-Verhältnis aller Fraktionen ist in der Rinde von *Prunus serotina* festgestellt worden, das noch über dem für Luzerneheu angegebenen Standardwert liegt.

Auch bei dieser Gehölzart wird der Einfluß der N-Düngung in einer Abnahme der meisten Mineralstoff-Konzentrationen sichtbar. Ausnahmen zeigten sich bei P, K und Zn, die nach N-Düngung leicht erhöht wurden, sowie bei Mg, dessen Konzentrationen zwischen den Düngungs-Varianten konstant geblieben sind.

Sambucus racemosa wurde vom Rotwild gering verbissen.

Die hohe N-Düngung erbrachte bei dieser Gehölzart die relativ größte Steigerung der Ertragsleistungen: Bei einem Höhenzuwachs um knapp das Dreifache zeigten sich die ATM-Erträge und rohfaserfreien Erträge jeweils fünfmal und die Rohprotein-Erträge bei einer Steigerung des Rohproteingehaltes knapp sechseinhalbfach so hoch wie die Durchschnittswerte der D_1 -Variante.

Die Rinde wies in der D_1 -Variante einen mit sehr gutem Wiesenheu und in der D_4 -Variante einen mit Wiesenheu bester Qualität vergleichbaren

Rohproteingehalt und einen hohen Verdauungswert des Rohproteins auf. Eine ebenso hervorragende Rolle spielte die Rinde hinsichtlich ihrer Mineralstoffgehalte, wo mit P, K und Cu die absolut höchsten Gehalte aller Rinden erzielt wurden. Relativ hohe Konzentrationen sind auch für Ca, Mg und Fe festgestellt worden. Während die Na-Gehalte eine Mittelstellung einnehmen, wurden für Zn weit unter dem Versuchsmittel Gammelsbach liegende Werte gefunden.

Der gute Futterwert dieser Gehölzart wird vervollständigt durch ein günstiges Ca/P- bzw. ATM/Wasser-Verhältnis.

Wie bei *Ribes nigrum* ist in der D₄-Variante mit Ausnahme von Ca und Na eine Abnahme der Mineralstoff-Konzentration festgestellt worden.

Viburnum opulus gehört zu den Gehölzarten mit geringem Verbiß, niedriger Wuchshöhe, geringem Ertrag und ungünstigem Nährstoffgehalt; denn die Untersuchungsergebnisse zeigten, daß sowohl in den Fraktionen (Knospen, Rinde und Holz) als auch in den beiden Düngungs-Varianten die Werte zumeist unter dem jeweiligen Versuchsmittel liegen. Von dieser Aussage abweichende Ergebnisse wurden im einzelnen nachgewiesen für den Gehalt an Rohfaser, P und K, der in der Gesamtsubstanz beim Versuchsmittel lag, sowie für die über dem Versuchsdurchschnitt liegenden Gehalte an Ca, Mg und Cu. Sehr gute Cu-Konzentrationen wiesen vor allem die Knospen, aber auch die Rinde auf, die sämtlich über den für Wiesenheu angegebenen Durchschnittswerten lag.

In der D₄-Variante zeigte sich die Konzentration an Mineralstoffen mit Ausnahme von Ca, Zn und Cu leicht erhöht.

Salix x smithiana wurde vom Reh- und Rotwild den gesamten Winter über nur mäßig verbissen.

Die Untersuchungen zeigten, daß in beiden Düngungs-Varianten von dieser Art die mit Abstand höchsten ATM-Erträge, rohfaserfreien und Rohprotein-Erträge erbracht wurden.

Es konnte beobachtet werden, daß sich nach N-Düngung der Anteil an längeren Trieben erhöhte und die Triebzahl/Pflanze zunahm. Eine Beeinflussung der Verzweigung der Triebe durch die hohe N-Düngung wurde dagegen nicht festgestellt.

Wie bei den übrigen knospentragenden Gehölzarten erhöhte sich in der D₄-Variante der Knospenanteil auf Kosten des Holzes.

Im Vergleich zu den übrigen untersuchten Arten wies *Salix x smithiana* ein günstiges ATM/Wasser-Verhältnis und einen über dem Versuchsmittel liegenden Rohproteingehalt auf.

Der Rohfasergehalt war relativ hoch und wurde lediglich von *Acer campestre* übertroffen.

Es konnte weiterhin festgestellt werden, daß die Knospen mit ihren Nährstoffgehalten, mit Ausnahme von Ca, Fe, Mn und Zn, über denen der Rinde lagen.

Ausgesprochen niedrige Konzentrationen wies *Salix x smithiana* für die Mengenelemente K und Mg auf, für die im Versuchsmittel doppelt so hohe Gehalte festgestellt wurden. Dagegen lagen die Werte für Fe, Mn und Zn doppelt so hoch wie die des Versuchsmittels.

Das Ca/P-Verhältnis war relativ weit, es lag aber noch unter dem von Luzerneheu.

Der Einfluß der N-Düngung auf die Mineralstoff-Konzentrationen wurde mit Ausnahme von Ca und Mg (die Konzentrationen blieben zwischen den Düngungs-Varianten konstant) und K (Steigerung) in einer Abnahme sichtbar.

Cornus alba, eine vom Rehwild recht gut verbissene Gehölzart, zeichnet sich durch relativ günstige Gehalte an Rohfaser und sehr gute Gehalte an Zn aus. In ihrer Höhe wurden die Zn-Konzentrationen lediglich von *Salix x smithiana* übertroffen.

Der Rohproteingehalt war in beiden Düngungs-Varianten sehr niedrig; geringere Gehalte wies lediglich *Prunus mahaleb* auf.

Der Verdauungswert des Rohproteins, der durch die hohe N-Düngung beträchtlich gesteigert werden konnte, lag nur geringfügig unter den bei *Euonymus europaeus* und *Cornus sanguinea* festgestellten Höchstwerten.

In bezug auf die Mineralstoffe wies *Cornus alba* mäßige bis geringe Gehalte an K (lediglich die von *Prunus serotina* lagen niedriger), Na, Fe, Cu und besonders Mn (Versuchsminimum) auf. Bei P-Gehalten, die knapp über, und Ca-Gehalten, die beim Versuchsmittel lagen, ist das Ca/P-Verhältnis relativ eng und entspricht dem von Wiesenheu. Die hohe N-Düngung bewirkte mit Ausnahme von K, für das die Konzentrationen zwischen den beiden Düngungs-Varianten konstant geblieben sind, einen Abfall der Mineralstoffgehalte.

Cornus sanguinea wurde wie *Cornus alba* in diesen Versuchen vom Rehwild recht gut und über den gesamten Winter verbissen.

Die Gefahr, daß die Triebe wegen ihres geringen Höhenwachstums bei höheren Schneelagen vom Wild nicht erreicht werden könnten, wurde durch einen starken Höhenzuwachs als Folge der N-Düngung behoben. Eine überdies beobachtete stärkere Verzweigung der N-gedüngten Pflanzen führte schließlich zu einer Erhöhung der ATM-Erträge auf knapp das Vierfache. Dennoch liegen die ATM-Erträge weit unter dem errechneten Versuchsmittel.

Die Rohfasergehalte lagen deutlich unter, der Gehalt an Rohprotein beim Versuchsmittel.

Hervorzuheben sind ferner der hohe Verdauungswert des Rohproteins und die relativ hohen Ca-Gehalte, die in der Rindenfraktion einen Höchstwert aufwiesen. Bei einem relativ niedrigen P-Gehalt war das Ca/P-Verhältnis weiter als bei *Cornus alba*.

Außer den eine Mittelstellung einnehmenden Gehalten an K, Na und Mg wurden für Fe und Cu mäßige und für Zn und Mn (gemeinsam mit *Cornus alba* Versuchsminimum) sehr niedrige Werte festgestellt.

In der Gesamtsubstanz der D_4 -Variante waren im Vergleich zur D_1 -Variante mit Ausnahme von Fe (gleichbleibende Konzentration zwischen den Düngungs-Varianten) und Zn (Steigerung) die Gehalte der übrigen Elemente leicht abgesunken.

Salix purpurea wurde von Reh- und Rotwild den gesamten Winter über mäßig angenommen.

Das Höhenwachstum, in beiden Düngungs-Varianten über dem Versuchsmittel liegend, zeigte von allen untersuchten Gehölzarten die geringste Reaktion auf die hohe N-Düngung. Die gleiche Tendenz konnte hinsichtlich einer deutlichen Vermehrung der Triebzahl/Pflanze beobachtet werden, so daß die ATM-Erträge, in der D_1 -Variante noch über dem Versuchsdurchschnitt gelegen, in der D_4 -Variante unter diesen absanken.

Recht deutlich wirkte sich dagegen die N-Düngung auf die Knospenbildung aus. Nach *Ribes nigrum* und *Viburnum opulus* kam es zur größten Steigerung des Knospenanteils auf Kosten des Holzes.

Die Rohfasergehalte lagen in den drei Fraktionen und den beiden Düngungs-Varianten über dem errechneten Versuchsmittel.

Bei einem günstigen Verdauungswert lagen die Rohproteingehalte über dem Versuchsdurchschnitt. Die Knospen wiesen dabei Gehalte auf, die mit Wiesenheu sehr guter Qualität vergleichbar und höher als die der Rinde waren.

Günstigere Konzentrationen als in der Rinde wurden außerdem für die Mengenelemente P und Mg und die Spurenelemente Fe, Zn und Cu festgestellt. Hingegen zeigte sich die Rinde gegenüber den Knospen bei K, Ca und Mn überlegen.

Im Vergleich zu den übrigen Arten wurden relativ günstige, bzw. gute Mineralstoffgehalte lediglich in den Knospen für Fe und Zn, in der Rinde für Zn und in allen Fraktionen für Mn beobachtet, wobei die Mn-Gehalte Höchstwerte zeigten.

Die hohe N-Düngung bewirkte mit Ausnahme von K, Ca und Fe (Steigerung) und P (keine Konzentrationsunterschiede zwischen den beiden Düngungs-Varianten) einen Abfall der Mineralstoffgehalte.

Salix daphnoides, ebenfalls vom Reh- und Rotwild den gesamten Winter über mäßig verbissen, erbrachte in beiden Düngungs-Varianten weit unter dem Versuchsdurchschnitt liegende ATM-Erträge.

Bemerkenswert war bei dieser Art der hohe Rindenanteil am Gesamttrieb, woraus sich die vergleichsweise günstigen Werte für Rohfaser und Rohprotein erklären lassen. Besonders deutlich wurde dies in bezug auf die Rohfasergehalte, die im Holz zwar über dem Versuchsmittel, aber in der Rinde weit unter diesem lagen, woraus der nach *Ligustrum vulgare* zweithöchste Gehalt an Gesamt-Rohfaser resultiert.

In der Gesamtsubstanz wurde bei einem Verdauungswert von $> 60 \%$ in beiden Düngungs-Varianten der höchste Rohproteingehalt festgestellt. Vergleichsweise sehr hohe Konzentrationen wurden - wie bei den beiden anderen *Salix*-Arten - für Zn und Mn nachgewiesen, während die Gehalte an K, Mg und Fe mäßig waren. Für Na und Cu wurden beim Versuchsmittel liegende Konzentrationen festgestellt, für P lagen sie knapp darunter und für Ca leicht darüber.

Die hohe N-Düngung wirkte sich in der Gesamtsubstanz auf die P-, K-, Ca-, Fe- und Zn-Konzentrationen steigernd aus, während die Gehalte an Mg, Na, Mn und Cu in der D₄-Variante leicht gesenkt wurden.

Rhus hirta wies im Versuch Beuern, verglichen mit dem Mittel der vom Standort Gammelsbach untersuchten Gehölzarten, in beiden Düngungs-Varianten günstige Rohfasergehalte, sehr hohe Gehalte an Fe und gute Gehalte an K, Ca, Mg, Na und Cu auf. Dagegen war diese Art ausgesprochen arm an Zn und Mn.

Das mit Luzerneheu vergleichbare Ca/P-Verhältnis der D_1 -Variante war in der D_4 -Variante nach Voll- und Mineralstoff-Düngung (Weide-vollkorn) deutlich enger. Dagegen war der Einfluß der Düngung auf das ungünstige ATM/Wasser-Verhältnis unerheblich.

Die Rohproteingehalte lagen mit Ausnahme der D_1 -Variante im 2. Versuchsjahr über dem Versuchsdruchschnitt der 13 vom Standort Gammelsbach untersuchten Verbißgehölzarten.

Der Verdauungswert des Rohproteins lag in beiden Versuchsjahren und Düngungs-Varianten deutlich über dem Versuchsmittel Gammelsbach.

In Anbauversuchen auf zwei anderen Standorten (Wittelsberg und Hassenhausen, Kreis Marburg) wurde Rhus hirta vom Reh- und Kleinswild (Hasen) stark verbissen.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Das der Arbeit zugrunde liegende pflanzliche Untersuchungsmaterial von 14 verschiedenen Verbißgehölzarten entstammt aus drei von insgesamt sechs mit verschiedener Zielsetzung angelegten Gehölzversuchen. Zwei dieser Versuche, die im Jahre 1968 auf einem ehemaligen Eichen-Stockschlag angelegt wurden, befinden sich im Staatlichen Eigenjagdbezirk "Sensbacher Höhe" des Hessischen Forstamtes Beerfelden/Odenwald, während der 1970 angelegte Anbauversuch Beuern (Gemarkung Beuern, Kreis Gießen) auf einem vormaligen Acker- und späteren Grünlandstandort liegt.

Ziel der Untersuchungen war es, zu prüfen, welchen Einfluß eine hohe N-Düngung (240 kg/ha N) auf das Regenerationsvermögen und Höhenwachstum, die prozentualen Anteile von Knospen und Blättern - sofern vorhanden -, Rinde und Holz am Gesamttrieb, die Ertragsleistungen sowie die futterwertbestimmenden Inhaltsstoffe einjähriger Reisigtriebe nimmt. Zu diesem Zweck wurden die Sträucher alljährlich auf den Stock gesetzt und die Triebe für weitere Untersuchungen in ihre Anteile an Knospen, Blätter, Rinde und Holz zerlegt.

Im einzelnen konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

1. Der jährliche Verbiß und Schnitt hat sich auf das Regenerationsvermögen der Verbißgehölze in keinem Fall negativ ausgewirkt. Im Gegenteil wurde von Jahr zu Jahr eine stärkere Verbuschung beobachtet. Das gilt besonders für die mit Stickstoff gedüngten Sträucher, bei denen - mit Ausnahme der drei Salix-Arten - die Anlage von Seitentrieben deutlich erhöht war. Bei den Salix-Arten konnte dagegen eine Erhöhung des Anteils an längeren Trieben und der Triebzahl/Pflanze festgestellt werden.
2. Die Zunahme im Höhenwuchs der N-gedüngten gegenüber den nicht N-gedüngten Sträuchern war mit einem Minimum von 45 % (Salix purpurea) und einem Maximum von 150 % (Sambucus racemosa) erheblich.

Es konnte somit erreicht werden, daß Gehölzarten mit einem relativ niedrigen Wuchs den Tieren auch bei hohen Schneelagen zugänglich sind.

3. Mit ihren prozentualen Anteilen am Gesamt-Trieb lagen in der ohne N-Düngung gebliebenen Variante im Versuchsdurchschnitt die Knospen bei 3,5 %, die Blätter bei 31,5 %, die Rinde bei 35,9 % und das Holz bei 60,6 %. Die hohe N-Düngung hat zu einer Vermehrung des Knospen- (30-50 %), Blatt- (10 %) und Rindenanteils (5-10 %) auf Kosten des Holzanteils geführt.
4. In ihren Trockenmasse-Erträgen weisen die einzelnen Gehölzarten sehr große Unterschiede auf. Die absolut höchsten ATM-Erträge der Versuche wurden von *Salix x smithiana* und *Prunus serotina*, die weitaus niedrigsten von *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus* und *Viburnum opulus* erbracht. Übereinstimmend wurden für alle Gehölzarten nach Düngung mit Stickstoff mit Abstand höhere ATM-Erträge als in der Vergleichs-Variante erzielt, wenngleich unterschiedliche Reaktionen der einzelnen Arten auf die hohe N-Düngung unverkennbar waren. Die höchsten Mehrerträge wurden bei *Sambucus racemosa* (auf das Fünffache), *Euonymus europaeus* und *Cornus sanguinea* (jeweils auf knapp das Vierfache), *Ligustrum vulgare* und *Prunus serotina* (jeweils auf das Dreifache) festgestellt. Die vergleichsweise geringste Steigerung ihrer ATM-Erträge (auf knapp das Doppelte) wurde von *Viburnum opulus* und *Salix purpurea* erzielt.
5. Das durchschnittliche ATM/Wasser-Verhältnis der vom Standort Gamelsbach geprüften Gehölzarten lag mit 1 : 1,3 in der D_1 -Variante (ohne N-Düngung) bzw. 1 : 1,4 in der Stickstoff-Variante sehr günstig. Das weiteste ATM/Wasser-Verhältnis wiesen *Ligustrum vulgare* ($D_1 = 1 : 2$; $D_4 = 1 : 2,3$), *Euonymus europaeus* ($D_1 = 1 : 1,6$; $D_4 = 1 : 1,8$), *Sambucus racemosa* ($D_1 = 1 : 1,6$; $D_4 = 1 : 1,8$) und *Ribes nigrum* ($D_1 = 1 : 1,5$; $D_4 = 1 : 1,7$) auf. Das engste ATM/Wasser-

Verhältnis ($D_1 = 1 : 0,8$; $D_4 = 1 : 0,9$) wurde bei *Rhus hirta* vom Versuch Beuern festgestellt.

6. Die Rohfasergehalte der ohne Stickstoff-Düngung gebliebenen Reisigtriebe lagen bei den einzelnen Gehölzarten zwischen 24,18 % (*Ligustrum vulgare*) und 39,61 % (*Acer campestre*). Sie konnten durch den Einfluß von hohen N-Gaben signifikant gesenkt werden, was bei einer gleichzeitig starken Zunahme der ATM-Erträge zu einer beträchtlichen Steigerung der rohfasergehaltenen Erträge führte.

Bei Betrachtung der Einzelwerte konnte festgestellt werden, daß die Rohfasergehalte der Knospen, Blätter und Rinden unter dem für Haustierwiederkäuer geltenden Grenzwert von 28 % Rohfaser lagen.

7. In ihren Rohproteingehalten stehen *Salix daphnoides* (8,45 %), *Euonymus europaeus* (8,09 %) und *Sambucus racemosa* (7,87 %) an der Spitze aller untersuchten Verbißgehölzarten, gefolgt von *Ligustrum vulgare* (7,80 %), *Prunus serotina* (7,67 %), *Salix x smithiana* (7,39 %) und *Salix purpurea* (7,32 %). Ausgesprochen niedrige Gehalte wurden bei *Prunus mahaleb* (4,47 %), *Cornus alba* (5,04 %), *Viburnum opulus* (5,36 %) und *Acer campestre* (5,79 %) festgestellt.

Bemerkenswert hohe und mit Wiesenheu guter bis sehr guter Qualität vergleichbare Rohproteingehalte zeigten die Ligusterblätter, die Knospen von *Salix x smithiana* und *Salix purpurea* sowie die meisten Rinden.

Durch den Einfluß der hohen N-Düngung konnten die Rohproteingehalte der untersuchten Gehölzarten zum größten Teil erheblich gesteigert werden. Im Versuchsmittel ergab sich für die Gesamt-Triebe eine Steigerung um 24 %.

8. Auf Grund dieser Steigerungsquote zeigten die Rohprotein-Erträge noch deutlicher als die ATM-Erträge eine günstige Wirkung von hoher N-Düngung. Zwar wurden wie bei den rohfasergehaltenen Erträgen von *Salix x smithiana*, *Prunus serotina*, *Salix purpurea* und *Cornus alba*

die mit Abstand höchsten und umgekehrt von *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus* und *Viburnum opulus* die niedrigsten Rohprotein-Erträge erbracht, aber den weitaus größten relativen Ertragsgewinn verzeichneten *Sambucus racemosa* (auf gut das Sechsfache), *Euonymus europaeus* und *Cornus sanguinea* (auf gut das Vierfache) sowie *Ligustrum vulgare* (auf das Dreifache).

9. Der Verdauungswert des Rohproteins lag in beiden Düngungs-Varian-ten lediglich bei *Prunus mahaleb* und *Prunus serotina* unter 60 %. Die höchsten Durchschnittswerte wurden für *Euonymus europaeus*, *Cornus sanguinea* und *Cornus alba* ermittelt, die in der D_1 -Variante zwischen 63,5 % (*Cornus sanguinea*) und 67,3 % (*Euonymus europaeus*) und nach Düngung mit Stickstoff zwischen 70 % (*Cornus alba*) und 73,6 % (*Euonymus europaeus*) lagen, was einem besseren Verdauungswert des Rohproteins entspricht, als er für Wiesenheu, 1. Schnitt, beste Qualität angegeben wird.

In ihren Gehalten an verdaulichem Rohprotein ließen sich die Knospen und Rinden, vor allem aber die Blätter mit Wiesenheu guter bis sehr guter Qualität vergleichen.

Der Einfluß der hohen N-Düngung erbrachte bei allen Gehölzarten eine Erhöhung des Verdauungswertes von Rohprotein um rund 10 %.

10. Hinsichtlich der Mineralstoffe konnte festgestellt werden, daß die untersuchten Gehölzarten ausgesprochen arm an K, Fe und vor allem Na waren und für Mg, mit Ausnahme der wesentlich günstiger liegenden Arten *Prunus mahaleb* und *Sambucus racemosa*, nur mit Weizen- und Gerstenstroh vergleichbare Gehalte aufwiesen. Abgesehen von der P-ärmeren Gehölzart *Prunus mahaleb*, hatten die übrigen Arten einen doppelt so hohen bis dreimal höheren P-Gehalt als Gersten-, Weizen- und Haferstroh. Wesentlich günstiger lagen dagegen die Knospen und Rinden, die den P-Gehalten guten Wiesenheus

gleichkamen, und vor allem die Ligusterblätter, die mit ihren P-Gehalten bestem Wiesenheu gegenübergestellt werden konnten.

Im Vergleich zu Wiesenheu wurden bei den meisten Gehölzarten gute Ca-Gehalte festgestellt. Als sehr gute Ca-Träger zeichneten sich die Knospen von *Ribes nigrum*, die Blätter von *Ligustrum vulgare* und mit Ausnahme der Rinde von *Ligustrum vulgare* alle übrigen Rinden aus.

In bezug auf das Ca/P-Verhältnis konnte festgestellt werden, daß von den geprüften Gehölzarten zwar nicht das für Haustierwiederkäuer geltende optimale Verhältnis erreicht wurde, aber mit einem Versuchsmittel von 4,3 : 1 (D_1 -Variante) bzw. 4,7 : 1 (D_4 -Variante) günstigere Werte, als für Luzerneheu angegeben, gefunden wurden. Die weitaus günstigsten und mit Wiesenheu vergleichbaren Ca/P-Verhältnisse wurden für *Ligustrum vulgare* (3 : 1), *Salix purpurea* (3,2 : 1), *Sambucus racemosa* (3,6 : 1) und *Cornus alba* (3,7 : 1) errechnet.

Bemerkenswert waren die relativ hohen Gehalte der Gehölzarten an Mn, Cu und vor allem Zn. Für Mn und Cu wurden Werte gefunden, die "Gesunden Weiden" entsprechen, während die Zn-Gehalte weit über den Durchschnittswerten von Wiesenheu lagen.

Die hohe N-Düngung bewirkte bei der Mehrzahl der Mineralstoffe einen leichten Konzentrationsabfall, der dahingehend erklärt werden kann, daß sich infolge des erheblichen Zuwachses der Pflanzenorgane ein echter Verdünnungs-Effekt eingestellt hat.

11. Zur Klärung, ob die untersuchten Gehölzarten neben den Ballaststoffen (Rohfaser) ein dem täglichen Äsungsbedarf entsprechendes Äsungsangebot an verdaulichem Rohprotein, Ca und P zu liefern imstande sind, wurde die mittlere Verfügbarkeit dieser Inhaltsstoffe dem Äsungsbedarf eines ausgewachsenen Rehes gegenübergestellt. Danach zeigte sich, daß der tägliche Bedarf an verdaulichem

Rohprotein von der natürlichen Strauchäsung nicht gedeckt werden kann, während das Angebot an P ausreichend und jenes an Rohfaser und Ca reichlich ist. Durch die hohe N-Düngung konnte das natürliche Eiweiß- (Rohprotein-) Minimum der meisten untersuchten Gehölzarten behoben werden: Im Arten-Mittel wurde der tägliche Äsungsbedarf von 35 g verdauliches Rohprotein pro 700 g geäste Trockenmasse knapp erreicht, bzw. von 8 Gehölzarten übertroffen. Zu diesen Gehölzarten gehören: *Euonymus europaeus*, *Salix daphnoides*, *Sambucus racemosa*, *Rhus hirta*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus serotina*, *Cornus sanguinea* und *Salix purpurea*.

8. LITERATURÜBERBLICK

- | | | |
|--------------------------|-------|---|
| Alt, R. | 1962: | Wildschäden und ihre Verhütung in Wald und Feld. Pirsch, <u>14</u> , 636-638 |
| Becker-Dillingen, J. | 1945: | Die Ernährung des Wildes in freier Wildbahn. Verl. L. Auer, Donau-
eschingen. |
| Bergner, H. | 1967: | Tierernährung. WTB Wiss. Taschen-
bücher Biologie und Landwirtschaft.
Akademie-Verlag Berlin. |
| Brüggemann, J. | 1970: | Neuere Erkenntnisse über die Ernäh-
rung von Rotwild, Rehwild und Gams-
wild. Referat vom 5. 2. 1970, gehalten im Auftrage der Oberhess. Ge-
sellschaft in Gießen. |
| Bubenik, A. | 1959: | Grundlagen der Wildernährung,
1. Aufl. Deutscher Bauernverlag
Berlin. |
| Büring, H. | 1970: | Sozialbrache auf Äckern und Wiesen
in pflanzensoziologischer und ökologi-
scher Sicht. Diss. Gießen. |
| Conradi, K. | 1960: | Der Gehalt an Nährstoffen, Mengen-
und Spurenelementen von Reisig ver-
schiedener Baum- und Straucharten.
Diss. Hohenheim. |
| Deutsche Bundesregierung | 1971: | Agrarbericht vom 12. 2. 1971, 92-94,
Landschaftspflege und Naturschutz. |
| Esser, W. | 1956: | Mengen- und Spurenelemente von Wild-
und Kulturpflanzen der Schwäbischen Alb
unter Berücksichtigung der Äsungsver-
hältnisse des Rehwildes. Diss. Hohen-
heim. |
| Frank, W. | 1955: | Umfang und Ursachen des Brachfallens
in Hessen. Diss. Gießen. |

- French, C. E. u. Mitarb. 1957: Nutritional requirements of white tailed deer for growth and antler development II. Exp. results Third Year. Bull. 628, Pennsylvania State University.
- Garke, A. 1972: Illustrierte Flora, 23. Aufl. Verl. Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- Gericke, S. u. Kurmies, B. 1952: Kolorimetrische Bestimmung der Phosphorsäure mit Ammoniumvanadat und Ammoniummolybdat. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd., 59 (104), 235.
- Goebel, K. -D. 1969: Über den Mineralstoffgehalt von Böden, Futterpflanzen und Lecken südwestafrikanischer Schaf-(Karakul-) Weiden. Diplomarbeit Gießen.
- Hartke, W. 1953: Die soziale Differenzierung der Agrarlandschaft im Rhein-Main-Gebiet. Erdkd. 7, H. 1, 11-27
- Hartke, W. 1956: Die "Sozialbrache" als Phänomen der geographischen Differenzierung der Landschaft. Erdkd. 10, H. 4, 257-269.
- Hegi, G. 1957: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. III, 1. Teil, 2. Aufl., J. F. Lehmanns Verl., München.
- Heilenz, S. 1970: Biochemisches Praktikum, B. I. Neumann, K. H. Hochschulschriften 809/809a, 158-164. Höfner, W. Bibliograf. Instit. Mannheim, Wien, Zürich.
- Helfferich, B. 1972: Tierernährung in Stichworten. Gütte, J. O. Verl. Ferd. Hirt, Kiel.
- Hesler, A. v. 1971: Landschaftspflege im Hochtannus Piotrowski, J. Vom Brachland zurück zur Landschaftsplanung. Referentenentwurf Juni 1971. Steinmetz Min. Landwirtsch. u. Umwelt, Regionale Planungsgemeinschaft Untermain.

- Hessisches Ministerium f. Landwirtschaft und Umwelt 1973: Landpresse des Hess. Min. f. Landw. u. Umwelt (Wiesbaden) vom 11. 4. 1973.
- Jahn-Deesbach, W. 1965a: Umwandlung landwirtschaftlicher Grenzertragsstandorte in Wildäsungsflächen. Pirsch, 17, 320-322.
- Jahn-Deesbach, W. 1965b: Wildäsungsflächen - eine dringende landeskulturelle Aufgabe. Natur und Landschaft, 40, 149.
- Jahn-Deesbach, W. 1966a: Die Bewirtschaftung von Wildäsungsflächen. Allg. Forstz., 21, 140.
- Jahn-Deesbach, W. 1966b: Über die Verbesserung der Wildäsung. Der deutsche Jäger, 84, H. 8.
- Jahn-Deesbach, W. 1970: mündl. Mitteilung
- Jahn-Deesbach, W. 1971: Winterweide - eine Möglichkeit zur Rationalisierung der Bodennutzung in Grenzlagen? Sonderdruck aus "Innere Kolonisation", H. 1.
- Juon, P. 1963: Neuere Erkenntnisse zur Rehwildernährung. Instit. Waldbau Eidgenöss. Techn. Hochschule Zürich.
- Kellner, O. u. Becker, M. 1971: Grundzüge der Fütterungslehre. 15. neubearb. Aufl., Verl. Paul Parey Hamburg, Berlin.
- Keuer, P. 1966: Wo Äsung ist, da ist auch Wild. Pirsch, 18, 138-140.
- Klötzli, F. 1965: Qualität und Quantität der Rehäsung. Verl. H. Huber, Bern.
- König, J. 1923: Die Untersuchung landwirtschaftlich und landwirtschaftlich-gewerblich wichtiger Stoffe. Bd. I, 5. Aufl., Verl. Paul Parey Hamburg, Berlin.
- Kötter, H. 1955: Der Einfluß der sozialen und wirtschaftlichen Differenzierung der Landbevölkerung auf die Landbewirtschaftung. Ber. Landw., 33, Sonderheft 162, 23-42.

- | | | |
|-------------------------------|-------|--|
| Kohl, R. | 1950: | Nochmals Rotwildschaden.
Forst und Holz, <u>5</u> , Nr. 13, 208. |
| Kröcker, U. | 1952: | Die sozialgeographische Entwicklung
der fünf Feldbergdörfer im Taunus
in den letzten 150 Jahren. Rhein-
Mainische Forsch., H. 37, Verl. W.
Kramer, Frankfurt/M. |
| Kroll, M. | 1958: | Wildschaden an feldschützenden An-
pflanzungen und seine Abwehr.
Forst u. Jagd, <u>8</u> , 392-397. |
| Lenkeit, W. | 1953: | Einführung in die Ernährungs-
physiologie der Haustiere. Verl. Enke,
Stuttgart. |
| Mohr, K. | 1955: | Die wirtschaftliche und soziologische
Struktur von zwei Gemeinden im Main-
Taunus-Kreis unter besonderer Berück-
sichtigung der Sozialbrache im Jahre
1953. Ber. Landw., <u>33</u> , Sonderheft
162, 73-77. |
| Müller, E. | 1963: | Äsungsverbesserung im Forstamt.
Allg. Forstz., <u>18</u> , 398-400. |
| Muthmann, W. | 1956: | Das Problem der Sozialbrache.
"Innere Kolonisation", <u>5</u> , 274-275. |
| Nehring, K. u.
Schütte, J. | 1951: | Über die Zusammensetzung und den
Futterwert von Laub und Reisig.
I. Mitt. Arch. Tierernähr., Bd. 1,
151-176. |
| Nehring, K. u.
Schramm, W. | 1951: | Über die Zusammensetzung und den
Futterwert von Laub und Reisig.
II. Mitt. Arch. Tierernähr., Bd. 1,
264-289. |
| Nehring, K. | 1960: | Agrikulturchemische Untersuchungs-
methoden für Dünge- und Futter-
mittel, Boden und Milch.
Verl. Paul Parey, Hamburg, Berlin. |
| Neumann, A. | 1965: | Die jahreszeitliche Schälintensität
des Rotwildes in einem Kiefernrevier.
Beitr. z. Jagd- u. Wildforsch. IV
(Tagungsber. Nr. 78 der Dt. Akad. d.
Landwirtsch.-Wiss. Berlin, 31-35). |

- | | |
|---------------------------------------|--|
| Ockert, W. | 1961: Zur Fütterung des Rehwildes.
Pirsch, <u>13</u> , 650-652. |
| Päßler, J. | 1893: Untersuchungen über den Futterwert
der Blätter, Triebe und schwächsten
Zweige verschiedener Laub- und Na-
delhölzer sowie anderer Waldge-
wächse. Tharandter Forstl. Jahrb.,
<u>43</u> , 212-252. |
| Papendick, K. | 1955: Spurenelemente und Mangelkrankhei-
ten. Beih. Nr. 6 Arch. Tierernähr.,
Sammelref. Staatl. Forschungs- u.
Beratungsinstit. Höhenlandwirtsch.,
Donaueschingen. |
| Rauh, W. u.
Senghas, K. | 1968: Schmeil-Fitschen
Flora von Deutschland und seinen an-
grenzenden Gebieten.
Quelle & Meyer Verl., Heidelberg. |
| Renkowski, F. v. | 1952: Wildäcker. Wild u. Hund, 54. Jg.,
Nr. 26. |
| Ruedi, K. | 1956: Wildschadensbekämpfung im Wald
durch Verbesserung der Äsungsver-
hältnisse. Sonderdruck aus der
Schweizerischen Jagdzeitung, Nr. 14-18. |
| Ruppert, K. | 1956: Zur Definition des Begriffes "Sozial-
brache". Erdkd., <u>12</u> , 226-231. |
| Schachtschabel, P. | 1954: Bestimmung des pflanzenaufnehm-
baren Magnesiums im Boden. Z.
Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd.,
<u>67</u> , (112), 9-23. |
| Scharrer, K. u.
Kürschner, K. | 1931: Ein neues rasch durchführbares Ver-
fahren zur Bestimmung der Rohfaser
in Futtermitteln. Z. Tierernährung,
<u>3</u> , 302, Leipzig. |
| Scheffer, F. u.
Schachtschabel, P. | 1966: Lehrbuch der Bodenkunde. 7., umgearb.
u. erweit. Aufl., Ferd. Enke Verl.,
Stuttgart. |
| Schlenker, G. | 1967: Stabile und labile Fichtenstandorte.
Allg. Forstz., <u>22</u> , H. 19, 310-313. |

- | | | |
|---|-------|--|
| Schwaar, J. | 1972: | Kulturlandschaften Nordwestdeutschlands und der Eifel in der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Z. Kulturtechnik u. Flurbereinig., <u>13</u> , 257-271. Paul Parey Verl. Hamburg, Berlin. |
| Schwickerath, M. | 1948: | Die Verfichtung des rheinischen Waldes. Decheniana, <u>103</u> , 68-76. |
| Stählin, A. | 1957: | Die Beurteilung der Futtermittel Methodenbuch, Bd. XII, Neumann Verl. Radebeul und Berlin. |
| Stählin, A. u.
Büring, H. | 1971: | Sozialbrache auf Äckern und Wiesen in pflanzenökologischer Sicht. Z. Acker- u. Pflanzenb., <u>133</u> , 200-214. |
| Stählin, A. | 1972: | Sozialbrache. Referat vom 6. 7. 1972, gehalten in Gießen. |
| Stählin, A. | 1973: | mündliche Mitteilung |
| Süchting, H. | 1946: | Lehrbuch der Bodenkunde und Pflanzenernährung. Landbuch Verl. GmbH, Hannover. |
| Thun, R.
Herrmann, R.
Knickmann, E. | 1955: | Die Untersuchung von Böden. 3. Aufl. Neumann Verl., Radebeul und Berlin. |
| Ueckermann, E. | 1956: | Untersuchungen über die Ursache des Schädens des Rotwildes. Z. Jagdwiss., <u>2</u> , 123-131. |
| Ueckermann, E. | 1962: | Wildschadensverhütung in Wald und Feld. Verl. Paul Parey Hamburg und Berlin. |
| Wagenknecht, E. | 1962: | Aus sechs Jahren Forschungsarbeit im Rotwildforschungsgebiet Hohenbucko. Beitr. z. Jagd- u. Wildforsch. II (Tagungsber. Nr. 55 der Dt. Akad. d. Landwirtsch.-Wiss. Berlin, 17-34). |

- | | |
|--------------------------------|--|
| Walter, H. | 1956: Klimadiagramme als Grundlage zur Feststellung von Dürrezeiten.
"Wasser u. Nahrung", 42-50. |
| Walter, H. | 1960: Einführung in die Phytologie.
Bd. 3, 1. Teil: Standortlehre, Ulmer Verl., Stuttgart. |
| Wasmuth, R. | 1972: mündliche Mitteilung |
| Wendling, W. | 1966: Sozialbrache und Flurwüstung in der Weinbaulandschaft des Ahrtales, aus Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforsch., Selbstverl., Bad Godesberg, Bd. 160. |
| Westerhoff, H. | 1952: Kolorimetrische Kohlenstoff-Bestimmung. Ebenda, 56 (101), 49-53. |
| Wiegelmann, G. | 1958: Natürliche Gunst und Ungunst in neuen Wandlungen rheinischer Agrarlandschaft. Diss. Köln. |
| Wittmann, R. | 1950: Zusätzliche Äsung - verminderter Wildschaden. Pirsch, Jg. 2, Nr. 8, 9, 10, 281-284, 331-333, 373-375. |
| Wöhlbier, W. u.
Lindner, A. | 1959: Der Gehalt der Rinden verschiedener Baumarten an Mengen- und Spurenelementen. Z. Jagdwiss., Bd. 5, H. 2, 55-63. |
| Zöttl, H. | 1964: Waldstandort und Düngung. Centralbl. Ges. Forstwesen, <u>81</u> , Jg. 1, 1-24, Wien und München. |

Zum Abschluß dieser Arbeit möchte ich mich bei meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. W. Jahn-Deesbach, für die Überlassung des Themas und das der Arbeit entgegengebrachte Interesse sehr herzlich bedanken.

Ich danke dem Direktor des Institutes für Pflanzenbau und -züchtung, Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. E. v. Boguslawski, für die Benutzungsgewähr sämtlicher Institutseinrichtungen.

Ebenso danke ich dem Institut für Pflanzenernährung und dort besonders Herrn Prof. Dr. H. Kühn für die großzügige Bereitstellung des Atomabsorptions-Spektralphotometers, ohne das ein Großteil der Elemente hätte nicht bestimmt werden können.

Außerdem danke ich Herrn Forst-Amtsrat W. Dondorf und Herrn Oberförster E. Happel, Beerfelden, für ihre stete Hilfsbereitschaft.

Ich danke weiterhin Herrn Prof. Dr. W. Rieck und Fräulein Dipl. Bibl. Chr. Kollmeyer, Göttingen, für deren hilfreiche Unterstützung bei der Literaturbeschaffung.

Ich danke Fräulein E. Zeiß für ihre stetige Hilfsbereitschaft während der Laboruntersuchungen und Herrn W. Schnedler für die aufschlußreichen Diskussionen.

Mein Dank gilt fernerhin allen Damen und Herren des Institutes für Pflanzenbau und -züchtung für deren entgegengebrachte Unterstützungswilligkeit.

LEBENS LAUF

Am 14. Mai 1937 wurde ich als einziges Kind des Ausbildungsmeisters Max Goebel und seiner Ehefrau Maria Magdalena, geb. Berndt, in Sömmerda/Thüringen geboren.

Von 1943 an besuchte ich acht Jahre lang die Grundschule in Sömmerda, an der ich im Jahre 1951 die Oberschulreife erlangte. Der sich anschließende Schulbesuch an der dortigen Oberschule währte bis zum Jahre 1955, in dem ich das Abitur bestand.

Nach Beschäftigungen am Universitätsgut der Humboldt-Universität Berlin in Groß-Kreutz, am Volkseigenen Gut Straußfurt in Thüringen, am Schlachthof in Erfurt, bei den Firmen Schering und Efha sowie bei der Deutschen Gesellschaft für Ernährung in Berlin kam ich mit der in Westberlin erworbenen "Anerkennung des Reifezeugnisses aus der SBZ" über das Studium der Veterinärmedizin 1966 zum Studium der Haushalts- und Ernährungswissenschaften nach Gießen. Dasselbe schloß ich im Oktober 1969 mit dem Diplom eines Haus- und Ernährungswirtschaftlers (Dipl. oec. troph.) ab.

Seit dem Jahre 1970 bin ich als Doktorand bei Herrn Prof. Dr. W. Jahn-Deesbach im Institut für Pflanzenbau und -züchtung der Justus Liebig-Universität Gießen tätig.

FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelpfad 32/Ecke Ludwigstraße
Telefon 0641-77449